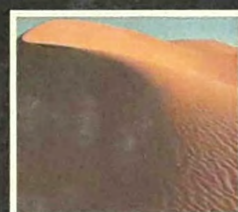
بهجة المعرفة

موسوعة علمية مصورة









المجموعة الأولى

٣

الأرض



بحر المعرفة

المجموعة الأولى

٣

الأرض

الشركة العامة للنشر
والتوزيع والاعلان

هذه الموسوعة

لأول مرة في لغتنا العربية.
لأول مرة في تاريخنا بأسره.
تصدر لدينا موسوعة مصورة ومعدة فعلاً على مستوى العمل الموسوعي.

لم يكن بوسعنا ان نتجاهل هذا النقص في مكتبتنا العربية. ولم يكن من خطتنا أن نوفيه بأي عمل لا يجاري مستويات الموسوعات الحديثة في اكثر لغات العالم تقدما.

وقد أنفقنا بعض الوقت ونحن نبحث جاهدين عما يدعى عادة باسم "الحل الوسط". لكن البحث نفسه لم يعلمنا شيئاً سوى انه ليس ثمة حل وسط لأداء أي عمل جدي.

فماذا فعلنا؟

سؤال بديهي حقا، لكن اجابته الصحيحة لا تقع في نطاق هذه المقدمة وحدها أو هذا الكتاب كله. انها تقع في عشرة مجلدات تضم حوالى أربعة آلاف صفحة وأكثر من عشرة آلاف صورة. وجهد خمسمائة محرر ورسام طوال أربع سنوات كاملة.

الصادق النيهوم

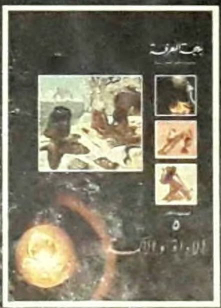
المجموعة الأولى











بسم الله الرحمن الرحيم

بهجة المعرفة
مَوسُوعَة علميَّة مصوَّرة

الأرض

المجموعة الأولى
٣

الشركة العامة للنشر والتوزيع والاعلان

Derived from the Joy of Knowledge «TM» Services

The Publishers declare that an important part of the illustrations was derived from the I. V. R. Artwork Bank © 1974

ساهم في إعداد هذا المجلد :

ترجمة :

الدكتور خليل الجر
- دكتور بالفلسفة من جامعة السوربون
- عضو المجمع العام للفلاسفة الفرنسيين
- عميد كلية التربية في الجامعة اللبنانية

مراجعة :

قسم تحرير الموسوعة

التنفيذ الفني :

اوصاف البقيلي

فهرس

بنية الارض

العالم في خرائط

المناخ والطقس

البحار والمحيطات

الجيولوجيا

موارد الارض

متفرقات



هـذه الموسوعـة

لأول مرة في لغتنا العربية .

لأول مرة في تاريخنا بأسره ، تصدر عندنا موسوعة مصورة ومعدة فعلاً على مستوى العمل الموسوعي .

لم يكن بوسعنا أن نتجاهل هذا النقص في مكتبتنا العربية ، ولم يكن من خطتنا أن نوفيه بأي عمل لا يجاري مستويات الموسوعات الحديثة في اكثر لغات العالم تقدماً . وقد انفقنا بعض الوقت ونحن نبحث جاهدين عما يدعى عادة باسم « الحل الوسط » ، لكن البحث نفسه لم يعلّمنا شيئاً سوى أنه ليس ثمة حل وسط لأداء أي عمل جدي .

وذهبنا الى القمة .

اتصلنا بدور النشر شرقاً وغرباً ، وفحصنا اعمالهم بكل ما في حوزتنا من رغبة في التدقيق ، واخترنا أفضل ـ واحدث ـ عمل بينها ، ثم اندفعنا نفاوض على حقوق نشره في ملحمة مرهقة ، وغريبة بعض الشيء عن عالم منتجي الموسوعات في الغرب . فلم نكن نفاوض على الثمن ، بل على حقنا في تنقيح المادة ، وكان ذلك الطلب يدهشهم ـ احياناً ـ أكثر مما نتمنى .

بالتدريج تعلمنا أن نشرح لهم موقفنا . بالتدريج بدأنا نقنعهم بأننا لا نريد أن ننقل عملهم الى اللغة العربية ، بل نريد ان نعدّ لانفسنا موسوعة عربية تخصنا ، وتعكس روحنا وبيئتنا وذوقنا ، وترى الاشياء من وجهة نظرنا ، اذا كان لا بد أن تراها من وجهة نظر أمة ما .

وتقبّلوا فكرتنا في دار ميتشل بيزلي ذات الدور الرائد في ابتكار الموسوعات المصورة ، وانفتح الباب الذي ظل مغلقاً طوال تاريخنا القديم والحديث على حد سواء ، وبدأنا بالعمل لتقديم اول انتاج موسوعي متكامل في لغتنا العربية ، بعد ان تقررت خطة التنفيذ خلال جلسة شبه عائلية بين ثلاثة من المسئولين عن التنفيذ .

في تلك الجلسة تقرر اولا اننا سنواجه مشكلة صعبة في نقل المصطلحات الى حد قد يدعونا احياناً الى استعمال الكلمة اللاتينية حرفياً . وبالنسبة لهذه النقطة ، كان الحل الوحيد لدينا هو أن نوكل الترجمة الى اساتذة جامعيين في المادة نفسها ، وليس فقط الى مجرد مترجمين ، في محاولة حافلة بالتوقعات لحمل الخبير العربي على مواجهة مشاكل لغته المعاصرة ، واشراكه في مسئولية البحث عن الكلمة الأفضل والاكثر قرباً الى روح ثقافتنا وشخصيتنا .

ابعد من ذلك لم يكن بوسعنا ـ ولم يكن من حقنا أصلاً ـ أن نمضي شبراً واحداً . فنحن لا نتصدى لكتابة لغة جديدة للعرب ، بل لتسجيل معلومات جديدة في لغتهم ، وهي اقصى مهمة تستطيع أية موسوعة أن تؤديها .

في تلك الجلسة تقرر أيضاً أن الترجمة على أي حال ليست هي وحدها كل المشكلة . فمنهج التحرير نفسه في تغطية مواد الموسوعة الانجليزية منهج لا يلبي جميع احتياجاتنا . أنه يهيء لنا مادة علمية ممتازة العرض والتنسيق في مجلدات « الكون » و « الأرض » و « الحياة » ، لكن اهتماماته في مجلدات اخرى مثل « الانسان والمجتمع » ، و « مسيرة



من مواضيع المجلد :
- النظرية الذرية
- الحرارة والضوء والصورة
- الكهرباء
- الكيمياء . . .

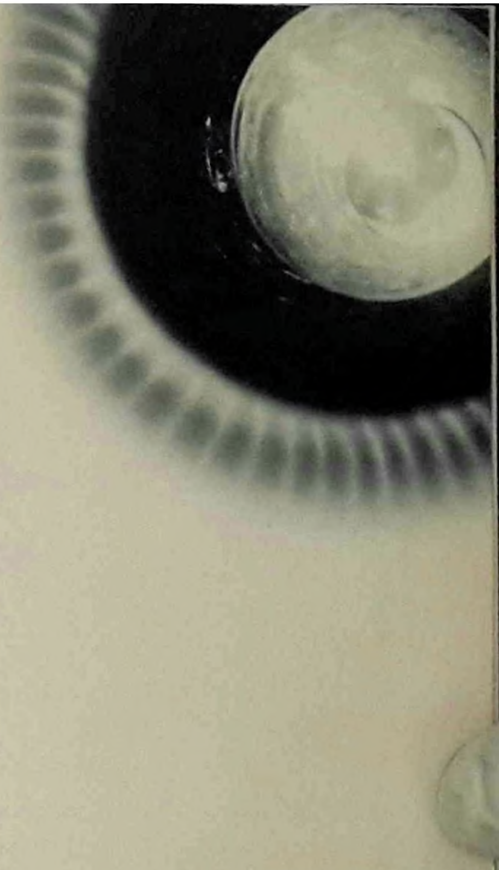
الحضارة » ، لا تغطي كثيراً مما يهمنا نحن في الدرجة الأولى .

بالنسبة لهذه النقطة كان الحل لدينا هو أن نعيد اخراج الموسوعة بأسرها في مجموعتين : -

المجموعة الأولى موجهة لتغطية ميادين العلوم الطبيعية المعاصرة في المجلدات الخمسة التالية :

١) العلم
٢) الكون
٣) الأرض
٤) الحياة
٥) الاداة والآلة

وصفة هذه المجموعة انها تتعامل مع حقائق علمية مجردة . ودورنا فيها هو اننا





- علوم الفضاء
- المجموعة الشمسية
- النجوم وخرائط النجوم
- الانسان والفضاء . . .



- تركيب الارض
- البحار والمحيطات
- المناخ والطقس
- مصادر الغذاء والطاقة . . .



- كيف بدأت الحياة ؟
- النبات
- الحشرات والسمك
- الطيور والثدييات . . .



- وسائل النقل
- الاسلحة
- الهندسة
- الصناعات الكيميائية . . .

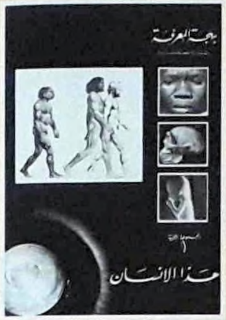
نقلنا جميع معلوماتها بأمانة ودقة . وما نتوقعه منها هو أن تسد الثغرة الهائلة ـ والشديدة الوضوح ـ في مكتبتنا العربية في ما يخص حقل المعرفة المصورة بالذات .

المجموعة الثانية موجهة لتغطية ميادين العلوم الانسانية في خمسة مجلدات اخرى هي :

١) هذا الانسان
٢) الانسان والمجتمع
٣) مسيرة الحضارة مجلد أول
٤) مسيرة الحضارة مجلد ثان
٥) مسيرة الحضارة مجلد ثالث

وصفة هذه المجموعة أن خطة تحريرها بحكم طبيعة العلوم الانسانية نفسها خطة لا يمكن اداؤها من جانبين مختلفين في وقت واحد . فمنهج المحرر الاوربي هو أن ينظر الى ميادين العلوم الانسانية في أوربا ، ويركز بحوث النص على قضايا المجتمع والتاريخ فيها ، مقابل أن يكتفي بتغطية شبه عامة لمعظم ما يقع خارج هذا الاطار . ومشكلتنا نحن في الطرف الاخر أن هذا المنهج يلزمنا بتفاصيل لا نحتاج اليها عن اوربا ، ويحرمنا معلومات اساسية نحتاج اليها اكثر عن مجتمعنا وتاريخنا وطبيعة قضايانا التي نتعامل معها . وكأن الأمر كله بالنسبة لنا مجرد دعوة للاختيار بين أن ننقل المجموعة الى اللغة العربية وبين ان نعدّ لانفسنا مجموعة عربية تخصنا .

هذه المرة لم تكن مشكلتنا ان نجد حلاً ، بل أن نتفق على اتخاذ قرار . وقد اعترانا التردد ، وارتفعت اصواتنا بعض الشيء ، ونحن نعدد لانفسنا انواع المصاعب والاحتمالات ، لكن ذلك فيما يبدو مجرد



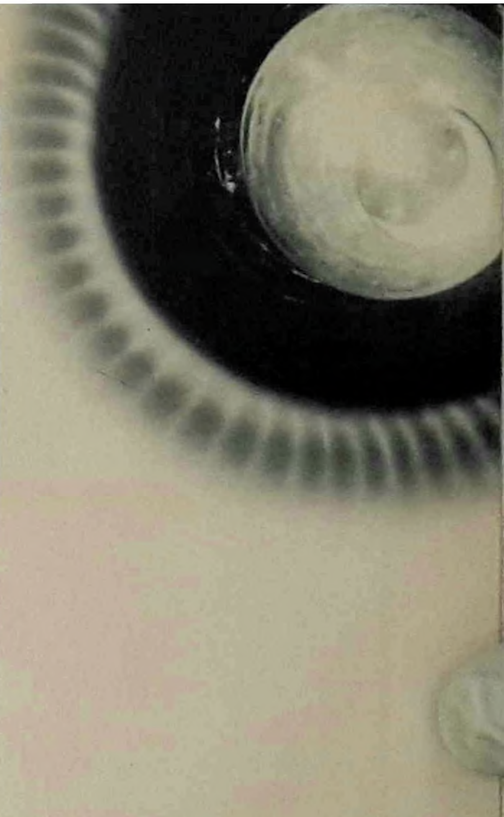
من مواضيع المجلد :
ـ قصة التطور
ـ كيف يعمل جسدك وينمو ؟
ـ الصحة والمرض
ـ مراحل العمر المختلفة . . .

جزء متوقع من أية جلسة مخصصة لاتخاذ قرارات صعبة . فقد انتهى الأمر بيننا بالاتفاق على أي حال ، واتفقنا جميعاً على اختيار الطريق الأطول والأكثر تعقيداً .

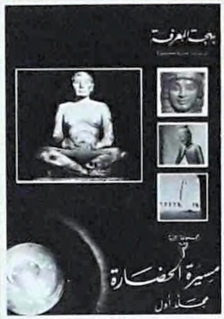
رأينا أن نعيد توزيع النص . أن تتدخل لتنقيح المادة . أن نحذف . أن نضيف . ورأينا أن ذلك يعني في الواقع اننا سنعدُ كثيراً من فصول هذه المجموعة بأنفسنا ، مما يتطلب بدوره أن نلتزم أيضاً بالمستوى الرفيع ـ والمبتكر ـ لاخراج النص في نسخته الاصلية . فماذا فعلنا ؟

قمنا بتقسيم مواد المجموعة الثانية الى ثلاثة اقسام :

القسم الأول : دراسة علمية منفصلة من مجلدين ، احدهما يضم معظم المعلومات المتوفرة الآن عن الانسان وتطوره ، ووظائف اعضائه وتشريح











ـ عن الموت والحياة
ـ الانسان والدين
ـ السياسة
ـ القانون . . .

ـ نشأة المجتمعات
ـ امبراطوريات العالم القديم
ـ ظهور الاسلام
ـ المغول في بغداد . . .

ـ اوربا في القرن الرابع عشر
ـ اكتشاف امريكا
ـ العثمانيون
ـ مطلع عصر الاستعمار . . .

ـ استعمار العالم العربي
ـ الحرب العالمية الاولى
ـ حركات التحرير في العالم العربي
ـ الحرب العالمية الثانية . . .

جسده وصفاته ، ومشاكله العقلية العامة . والآخر يتعرض لموقع الانسان في المجتمع ، والتركيبات الجماعية المعروفة في العالم ، وقضايا الشخصية والنمو العقلي . وفي هذا المجلد كان دورنا أن نساند معظم الدراسات الاصلية التي تركزت بحوثها على مجتمعات اخرى بدراسات جديدة عن مجتمعنا العربي ونوع قضاياه ذات الطابع المختلف . وقد بلغت حصيلة اضافاتنا مائة صفحة تقريباً مخصصة كلها لتحديد ابعاد الصورة الأخرى التي تسود مجتمعاتنا في العالم العربي .

القسم الثاني : دراسة تاريخية من مجلدين يعرضان قصة الحضارة منذ عصور ما قبل التاريخ الى نهاية العصور الحديثة . وفي هذا القسم تجاوزت اضافاتنا حدود المائة صفحة ، ووقع علينا عبء اعداد الفصول الخاصة بتاريخ الاسلام والعرب بالذات لتغطية النقص الظاهر في اصل الموسوعة .

القسم الثالث : دراسة للتاريخ المعاصر من مجلد واحد ، يتبعه في وقت لاحق اطلس تاريخي للوطن العربي . ومنذ بداية هذا القسم كنا قد افترقنا كثيراً عن النص الاجنبي ، وكنا نعرف على وجه اليقين اننا هذه المرة لا بد أن نعد معظم المادة بأنفسنا .

فماذا فعلنا ؟

سؤال بديهي حقاً ، لكن اجابته الصحيحة لا تقع في نطاق هذه المقدمة وحدها او هذا الكتاب كله . انها تقع في عشرة مجلدات ، تضم اربعة الاف صفحة تقريباً ، وأكثر من عشرة آلاف صورة ، وجهد خمسمائة محرر ورسام طوال أربع سنوات كاملة .

الصادق النيهوم

خطة التحرير

كلمة موسوعة في اللغات الاوربية تعني تقريبا ما تعنيه كلمة « حلقة الدرس » في لغتنا . انها تجميع للمعارف طبقا لخطة اخراج خاصة من شأنها ان تضع حصيلة ضخمة من المعلومات بين يدي القارىء المتخصص والقارىء العادي على حد سواء .

ثمة خطتان لتحرير الموسوعات :

الاولى : ان تتبنى الموسوعة اسلوب التجميع حسب الحروف الابجدية ، وتعمل على تقسيم معلوماتها في خانات ترتبط بنوع الحرف وليس بطبيعة الموضوع . مشكلة هذه الخطة انها قائمة على تفكيك الوحده الى فقرات مبتورة او مكررة ، مما يجعل الموسوعة نفسها مجرد قاموس مطول ، قد يرضي حاجة قارىء يبحث عن اجابة معينة لسؤ ال معين ، مثل « من هو قلب الاسد ؟ » ، او « متى عاش صلاح الدين ؟ » ، لكنه لا يسد حاجة من ينشد المعرفة الحقيقية بظروف هذين الرجلين وظروف العصر الذي شهد لقاءهما .

الخطة الاخرى : ان تتبنى الموسوعة اسلوب تجميع المعلومات حسب وحدة الموضوع ، بحيث تقدم عرضا شاملا له ، بغض النظر عن حروفه الابجدية . فالقارىء هنا لا يتلقى معلومات متفرقة عن قلب الاسد او صلاح الدين تحت حروف ابجدية متباعدة ، بل يشاهد حياتهما بمجملها وعصرهما بكامله ، ويتعرف على الظروف والاحداث التي احاطت بهما ، في عرض واحد مفصل تحت عنوان « الحروب الصليبية » .

ان هذه الخطة ، بكل ما تقتضيه من المحرر من مراعاة الشمول والدقة ، هي التي رأيناها جديرة بتحرير موسوعة كبرى مثل « بهجة المعرفة » .

بهجة المعرفة ؟ نعم ، فهذا الاسم بالذات ليس مجرد اختيار عابر من جانبنا ، بل هو المنهج ذاته المتبع في اعداد مواد الموسوعة وفي توزيعها ايضا .

لم نكترث للفكرة القائلة بان المعرفة التي تكتسب بيسر لا بد ان تكون معرفة سطحية او غير نافعة . الواقع ان مثل هذا الزعم ليس خياليا وبعيدا عن مفهوم التربية فحسب ، بل انه مفسد ، اذ من شأنه ان يسد كل طريق ممكن الى المعرفة . لقد تعمدنا ان نتجاهله ، وصممنا على ان نمضي في الاتجاه الاخر ، عازمين على تأكيد ايماننا بان المعرفة في حد ذاتها هي اول لذات الحياة واكثرها اثارة للبهجة .

استعملنا الرسوم . استعملنا الجداول واللوحات والخرائط . اتجهنا لتطوير طريقة

عرض المادة بحيث يسقط الضوء على كل موضوع من ثلاث زوايا مختلفة في وقت واحد :

زاوية النص العام الذي يتولى مهمة شرح الموضوع وتحديد اطاره ؛ زاوية الصور التي تواكب فقرات النص بمثابة شروح او وثائق ؛ زاوية التعليق على الصور ، وهو نص آخر قائم بذاته ، لإضافة مزيد من المعلومات الى النص العام او شرح تفاصيله .

هذا المنهج في تغطية جميع وحدات الموضوع من عدة زوايا في وقت واحد هو الذي قاد المشرفين على اخراج الموسوعة في اللغة الانجليزية الى ابتكار نظامهم البارع - والمفيد - لتجميع كل موضوع على حدة في قطاع واحد من صفحتين .

نظام القطاع : اصطلاح « القطاع » يمثل هنا الوحدة الاساسية لجميع المجلدات ، وهو صفحتان في الاصل الاجنبي ، واربع صفحات في النسخة العربية ، نظراً لاختلاف حجم المجلد من جهة ، وصغر انماط الحرف اللاتيني من جهة اخرى .

كل قطاع يضم نصاً رئيسياً يقع في ٧٥٠ كلمة تقريبا على امتداد النصف العلوي من الصفحات الاربع ، تضاف اليه الصور والرسوم الملونة التي تغطي مع شروحها اكثر من نصف المساحة . وقد اخترنا للشروح اصغر نمط متاح للحرف العربي ، لكي نفسح مجالاً كافياً لحشد مزيد من التفاصيل ، دون ان تصبح القراءة صعبة او مرهقة .

نقل القطاع من اصله الاجنبي الى النسخة العربية تم بنجاح ، رغم الاختلاف الظاهر بين حجم المجلد في كلتا الموسوعتين . لقد التزمنا اصلا ، في القطاعات التي قررنا نقلها بحذافيرها الى اللغة العربية ، بنشر جميع الصور في احجامها الاصلية وجميع النصوص والشروح التي يضمها القطاع على اربع صفحات بدلاً من اثنتين .

لمن « بهجة المعرفة » ؟ في الدرجة الاولى نحن نتوجه الى القارىء المدرب الذي تلقى تعليماً منظماً يعادل - على الاقل - مرحلة التعليم الاعدادي . فقراءة موضوعات الموسوعة من دون المام بأوليات المعرفة قد لا تكون امراً مشوقاً . فيما عدا ذلك ، نعتبر « بهجة المعرفة » « حلقة درس » حقيقية مفتوحة فعلاً لجميع الاعمار .

لقد ضمنّاها ثلاثة مصادر للمعرفة ، تمثل مستويات المعارف المختلفة : مصدراً يعالج معلومات اساسية قد يحتاج اليها كل قارىء ، مثل المواد الخاصة بوظائف الجسم

وتربية الطفل وامور الصحة والمرض ؛ ومصدراً يعالج معلومات مفيدة وممتعة معـا ، من شأنها ان تشد انتباه كل قارىء بين الاعدادي وبين الجامعة ، لأنها تهيّء له مرجعا علميا موثوقا به لجميع المعارف التي يتلقاها طوال سنوات دراسته ، مثل المواد الخاصة بالتاريخ والعلوم الطبيعية والرياضيات والفلك ؛ ثم مصدراً ثالثاً يعالـج معلومـات متخصصـة لا يحتاج القارىء الى مطالعتها فقط ، بل الى مراجعتها ايضا بين حين وآخر ، بحثاً عن الحل او المشورة ، مثل المواد الخاصة باستعمال الالات او موضوعات غذاء الطفل ورعاية الحامل .

كيـف تقـرأ ؟ نظام القطـاع مصمم خاصة لتحويـل الموسوعة الى مكتبة امـام كل قارىء لا يرتبط بمنهج بحث معين . انه يستطيع ان يقرأ كل كتاب على حدة - او حتى كل قطاع على حدة - ويستطيع ان يضمن لنفسه فيضاً زاخراً من المعلومات النافعة دون ان يخسر شيئاً من متعة التشويق والتباين . لكن نظام القطاع قد يقدم خدمة اكبر للقارىء المدرب الذي يستعمل الموسوعة طبقا لمناهج محددة في البحث .

فهذا القارىء ، سواء كان طالبا او باحثا متخصصا ، تمده الموسوعة بمرجع قريب وسهل التداول ، يكفيه مشقة البحث الطويل بين المصـادر ، ويكفيه في الدرجـة الاولى مشقة تجميع المصادر نفسها . كل ما يحتاج اليه هنا هو ان يراجع في « اقرأ ايضاً » ارقام صفحات القطاعات المترابطة في كل مجلد على حدة ، لكي يكتشف بنفسه ان كل قطـاع يعمل تلقائياً بمثابة خلية واحدة في جسم واحد ، وان كل قطاع يقود الى الآخر في نسيج متواصل النمو والتشابك مثل المعرفة الحية نفسها .

كيـف تبحـث ؟ الخطوة الاولى ان تحدد لنفسك المجلـد الـذي يتعامـل مع موضوعـك . فما يخص الانسان مثلا تبحث عنه في « هذا الانسان » ، وما يخص الفضـاء تبحـث عنـه في مجلـد « الكون » . ومجلدات الموسوعة مقسمة عمدا الى مجموعتين لتسهيل هذه المهمة بالذات .

الخطوة الثانية ان ترجع ، في « هذا الانسان » مثلا ، الى الصفحة الثامنة عشرة ، حيث تجد خارطة مفصلة للكتاب ، تحدد لك اين تجد موضوعك ، وموقعه من المادة بأسرها . فاذا كنت تبحث عن امر يتعلق بالجهاز الهضمي مثلاً ، فسوف ترشدك الخارطة الى القسم الثاني المخصص للجسم البشري في بنيته وفي وظائفه . بعد ذلك ، كل ما تحتاج اليه هو ان تلقي نظره على فهرس المحتويات لكي تعرف الصفحة التي تحتوي على موضوعك .

الدكتور كريم عزقول

نظام القطاع



النص الرئيسي هو عرض لموضوع قائم بذاته ، من ٧٥٠ كلمة تقريباً ، يملأ الجزء الأعلى من صفحات القطاع الاربع .

الرسوم والصور هي رسوم وصور ومخططات ولوحات وجداول وخرائط تضفي طابعاً حسياً على تفاصيل الموضوع وتجسِّده ماثلا امام عينيك .

نموذج للقطاع بمختلف عناصره المتآزرة لجعل موضوع في المعرفة الشاملة العامة متكاملاً ومشوقاً وحياً .



الهوامش هي كلمات - عناوين لاجزاء الرسوم والصور او ارقام تدلك الى شروحها في التعليقات .

التعليقات هي شروح للرسوم والصور تستخرج معانيها وتوضح دقائقها وتزودك بمعلومات تفصيلية اضافية عن الموضوع .

اقرأ ايضاً هي قائمة بالابحاث التي تتناول نواحي اخرى من الموضوع ذاته والتي يمكنك مطالعتها في هذا المجلد . وقد افرد لها باب خاص في آخر المجلد .

خطة الكتاب



الارض مغنطيس

انجراف القارات

التكتونية

اوروبا وافريقيا

آسيا واوقيانيا

الامريكتان

التيارات المحيطية

المد والجزر

المحيطات الكبرى

في اعماق البحر

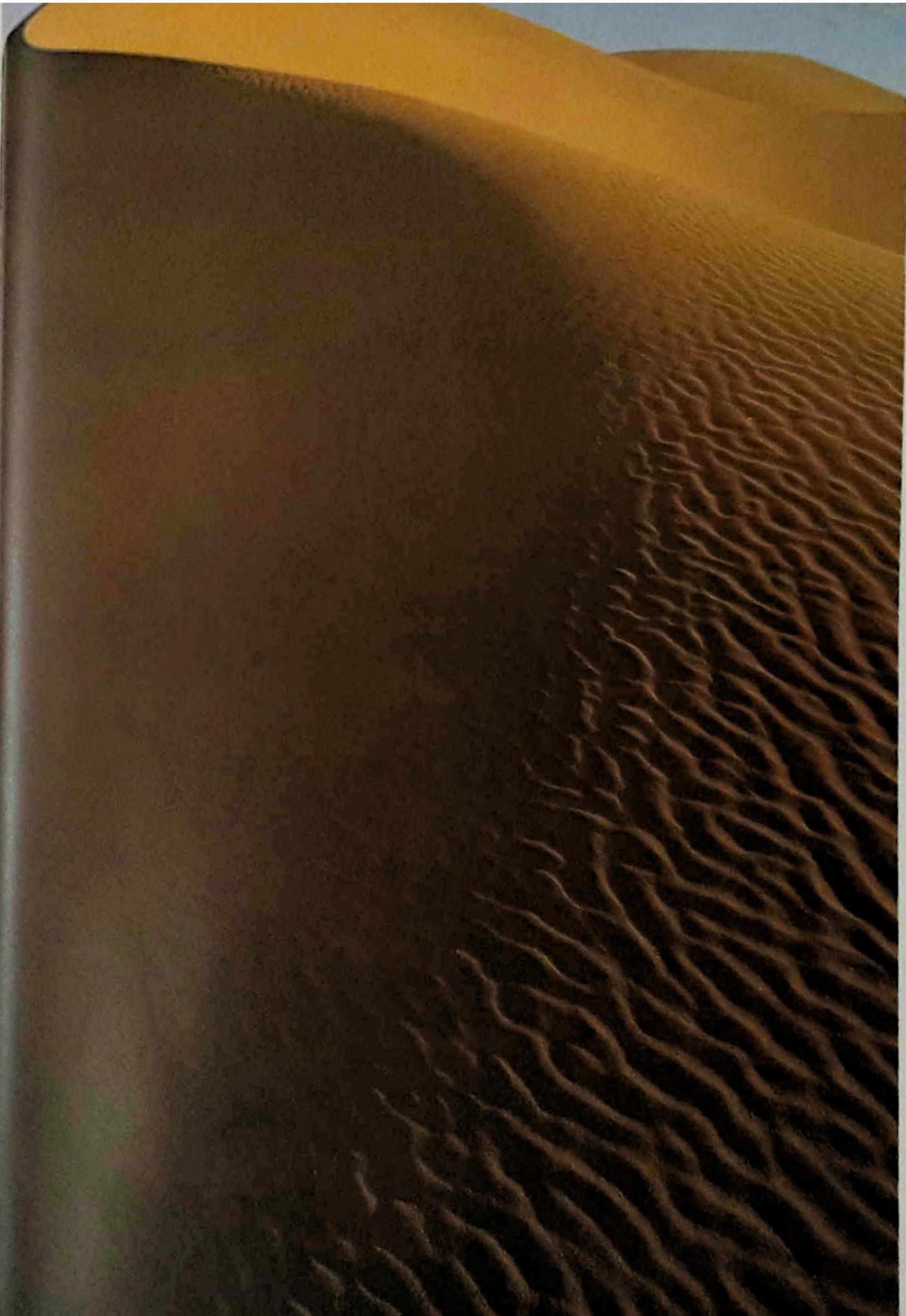
مصادر الطاقة وانواعها

التلوث ومصير موارد الارض

الموارد الغذائية العالمية

• اقرأ ايضا : لائحة بقراءات اضافية لاستكمال كل قطاع

• معجم مصطلحات علم الجيولوجيا



مدخل *

قد يصح القول ان علم طبقات الارض لم يكن له ، حتى عام ١٩٦٠ ، تاريخ متلاحم . فهو لم يكن سوى مجموعة ضخمة مبعثرة من المعلومات عن سطح الأرض وما يقرب من سطحها . لكن السنوات العشر الاخيرة ، بين عامي ١٩٦٠ و ١٩٧٠ ، شاهدت تحوّله الى علم حقيقي . وذلك بفضل فرضية تمدّد قاع البحار ونظرية انجراف القارات .

تاريخياً ، استعملت منذ زمن طويل في التفكير الجغرافي مفاهيم النبتونية والبلوتونية والكارثية والانتظامية . من هذه المفاهيم لم يسلم الا الاثنان الاخيران كفكرتين مثمرتين . نشأت الكارثية عن التغيرات المأسوية التي حدثت في ازمنة معيّنة من تاريخ الارض ، والتي لم يكن لأسباب حدوثها تفسير ، فأفسحت المجال امام تخمينات مثيرة وطريفة . ظهرت مثلاً نظريات تقول ان الثورة الكمبرية حدثت في وقت كان فيه القمر اقرب ما يكون الى الارض ، فأحدث دفعات هائلة من المد والجزر وتسبّب بذلك في تغيّرات هامة في البحر وفي الجو .

كذلك ، لتفسير التقلّبات في قدرة الطاقة الشمسية وانقراض الأنواع على نطاق واسع ، ظهرت نظريات تقول بأن هذه الأحداث انما نجمت عن تغيّرات داخلية في باطن الشمس او عن عبور الشمس الدوري في قلب غيوم كونية . وتذرعت نظريات اخرى بالزيادات الدورية في الحمل الحراري تحت الغلاف الارضي الناجمة عن الحرارة المفرطة التي يولّدها النشاط الاشعاعي . غير انه يبدو الآن من المرجح ان الجيولوجيا الحديثة ، القائمة على فكرتي تمدد قاع البحار وانجراف القارات ، قادرة ان تعطي التفسير الوافي لعدد كبير من هذه التغيّرات والأحداث .

اما الانتظامية ، التي صمدت بعناد في وجه الجيولوجيا الحديثة ، فهي النظرية القائلة بأن

تجدد الارض ـ
البحر يأكل الصخور
لتفتيتها وتحويلها
الى رواسب تنشأ منها
صخور جديدة .

القوى الجيولوجية . التي نراها تعمل اليوم حولنا ، كقوى التأكل الناجم عن التيارات والرياح والامواج . والثوران البركاني . والترسب . وغير ذلك ـ ما عدا القوى الفاعلة في الكوارث الطبيعية ـ قد عملت باستمرار في الماضي الجيولوجي كما هي ما تزال تعمل اليوم .

لم يكن تحوّل الجيولوجيا بين عامي ١٩٦٠ و ١٩٧٠ ليحتاج الى كل هذا الوقت . فقد ظهرت آراء كان من شأنها ان تؤدي بسرعة الى فرضية تمدد قاع البحر ونظرية انجراف القارات . فقد ظن الكثيرون مثلاً ان تأكل القارات بوسعه . طوال مدة عشرة ملايين سنة . ان يملأ محيطات الارض . غير ان الواقع اثبت انه لم يملأها . كذلك وجد آخرون دليلاً اكثر دقة لدعم هاتين الفكرتين في علم المغنطيسية القديمة المتعلق بخصائص الصخور المغنطيسية وبتاريخ مجال الارض المغنطيسي . لكن فكرة انجراف القارات الناشئة عن فكرة تمدد قاع البحار كان عليها ان تنتظر نشوء علم الجيولوجيا البحرية الجديد لترتكز عليه . لعل سبب هذا التأخر هو ان التعقد الهائل في ظاهرات التعوّج والتجعد والتأكل والتشقق قد وضع امام الجيولوجيا . عندما كانت ما تزال منهمكة في دراسة اليابسة . فيضاً من المعلومات حجب عنها وراءه تلك الحقيقة البسيطة القصوى . كما ان آليات دراسة التربة الواقعة تحت المحيطات كانت (وما تزال) معقدة وصعبة بحيث لم يكن بالامكان بواسطتها الا ملاحظة أكبر المعالم وأبسطها .

خطت الجيولوجيا البحرية خطوات واسعة بفضل تقنات محاربة الغوّاصات خلال الحرب العالمية الثانية . منذ البداية كانت النتائج مثيرة . فقد أدّت دراسة الترسّب تحت الماء وعلم الزلازل وسريان الحرارة والمغنطيسية الى تكوين فرضية سرعان ما اثبتتها الرحلات الاولى لغلومر تشلنجر . تلك السفينة التي كانت مجهزة بأفضل التجهيزات في العالم لدراسة المحيطات .

قصة هذا الاكتشاف مرويّة بالتفصيل في هذا المجلد من الموسوعة . فقاع البحر اشبه ما يكون بتسجيل مغنطيسي على شريط لا نهاية له . اذا قلبنا اتجاهه . نرى القارات الحاليّة تلتحم بتناسق في قارة واحدة في زمن يعود الى ٢٠٠ مليون سنة . ونشاهد بالأخص صفيحتا امريكا الجنوبية وافريقيا تنضمّان بإحكام . مما يشكّل خير برهان على ان مكتشفي النظرية كانوا على صواب .

تعطينا الجيولوجيا الجديدة صورة ديناميكية عن احداث الارض . فقد أصبح بامكاننا الآن طرح الاسئلة التالية : ماذا يحل بالحافات القارية الناشطة عندما تتراكم الرواسب الضخمة في قاعدة القارات وتتحول بفعل الحرارة والضغط والتأكل الى ما نلاحظه على سطحها او بالقرب منه ؟ ما هو أصل السريان في اعلى طبقة الغلاف الارضي وما هي خصائصه . ذلك السريان المولّد للدفع الذي نلاحظه على طول قمم الجبال في اواسط المحيطات ؟

هل تساعد النظرية الجديدة على تحديد



مواقع الطبقات الحرارية لاستخراج طاقة الارض الحرارية منها ؟ وهل من الممكن ايضاً القاء ضوء على مصدر مغنطيسية الارض وتقلباتها اللادوريّة ؟

هذه المسائل المهمة وغيرها غدا بامكاننا ايضاً ان نعالجها بمزيد من الثقة في اطار الجيولوجيا الحديثة ·

المحيطات وعلم المحيطات

لا يستطيع العلماء ان يفسروا الا القليل مما يلاحظونه بشأن المحيطات · هناك رواية تقول ان خيبة ارسطو من عجزه عن التعليل النظري للمد والجزر ، اللذين كان يلاحظهما ، حملته على ان يلقي بنفسه في البحر فمات غرقاً · نحن نعلم ان معرفته للمحيطات كانت مقتصرة على ملاحظاته في البحر المتوسط ، وهو مكان غير صالح لدراسة المد والجزر ، لأن مضيق جبل طارق يحدّ من تغيّرهما الى ما لا يزيد عن بضعة سنتيمترات خلال سنوات عديدة ·

ينقسم اليوم علم المحيطات الى عدد من الفروع المختلفة ، أولها علم المحيطات الفيزيائي ، الذي يعنى بتقلبات الحرارة والملوحة والكثافة عبر المياه المختلفة ويدرس خصائص التيارات المحيطيّة المنظورة في العالم ، كما يتضمن ايضاً دراسة الحركات البطيئة لكتل المياه الضخمة ، بما فيها الكتل الموجودة بقرب

الطاقة التي
تحرك القارات
تتفجر طليقة في ايسلندا ،
لقد هدد بركان هليغافل
بلدة هيباي في يناير ١٩٧٣

القاع . لكن . بالرغم من سنوات عديدة من الدراسات والقياسات . لم يتم الحصول بعد على تفسير مقبول لأكثر الحركات المدروسة . اذ ان عدد العوامل المؤثرة فيها لا يحصى . بهذا المعنى تشبه هذه القضية قضية الأرصاد الجوية التي تعالج موضوعاً آخر من مواضيع الفيزياء الارضية . فتتقدم باستمرار فيه . دون ان تصل الى فهم شامل له .

من الفروع الرئيسية الاخرى علم المحيطات البيولوجي . يجدر بهذا العلم . في معناه الحالي . ان يسترد أسمه الأصلي . وهو علم التبيّؤ . لأن المحاولات الاولى الجدية لوصف النموذج التبيّؤي كانت تعنى بدراسة السلسلة الغذائية في المحيطات . كانت كمية البروتين المستخرجة من الاسماك دائماً كبيرة وهي تبلغ اليوم حوالى ٨٠ مليون طن كل سنة . وهذا ما يقرب من الحد الاقصى المرتقب لانتاج محيطات العالم . من الامور الحيوية في هذا العلم التوصل الى أفضل فهم ممكن للعلاقات المتبادلة بين المحيطات والحياة المحيطية . لكن . لسوء الحظ . تقع الحدود القارئة للمحيطات الغنية بمواطن صيد الاسماك الكبرى قريباً من المناطق الأكثر كثافة بالسكان . لذلك اصبح رمي النفايات بواسطة مياه البواليع في البحر وانسياب النفايات الكيميائية والنفايات الاخرى اليه . كمبيدات الحشرات من نوع ال « د . د . ت » المستعملة في الزراعة . يشكلان خطراً على الاسماك يفوق الخطر الذي يهددها من فرط الصيد .

ثمة فرع من فروع علم المحيطات الفيزيائي يبدو انه آخذ في النشوء كفرع مستقل . وهو دراسة التفاعل بين الهواء والبحر . هذا التفاعل الذي اصبح نقطة التلاقي بين علماء الأرصاد الجوية وعلماء المحيطات . فللأرض تاريخ متصل من التغيّرات المناخية القاسية . أشهرها وأحدثها الاحداث الجليدية . لكنه أصبح من الواضح الآن ان المحيطات تقوم بدور اساسي في التقلّبات المناخية القصيرة المدى التي أثّرت في حياة الانسان على هذه الارض خلال الألفي سنة الاخيرة .

يصطدم الاستثمار التجاري للبحر بأن الانسان يستخدم البحر للمتعة ايضاً . فأعنف الصراع بين هاتين النزعتين يتجلّى في انتاج النفط قريباً من الشاطىء من جهة . وفي البناء على الشاطىء والرغبة في المحافظة على جمال مناظره والقيام فيه بنشاطات رياضية كالسباحة والصيد بالصنارة والملاحة من جهة ثانية . من أثمن ممتلكات الانسان الشواطىء . لكن اكثرها آخذ بالزوال في كثير من الاماكن بشكل يثير القلق . السبب الرئيسي في ذلك هو اقامة السدود على الانهار لانتاج الطاقة وللري وضبط الفيضانات . والمعلوم ان الانهار هي المصدر الرئيسي للتعويض عن الرمال التي تفقدها الشواطىء .

ثمة موارد مهمة يمكن الحصول عليها من المحيطات . وان كان استخراجها منها ما يزال نظرياً . من اهمها قوة المد والجزر . لكن هذه القوة تبدو غير كافية . اذا ما قورنت بالحاجات



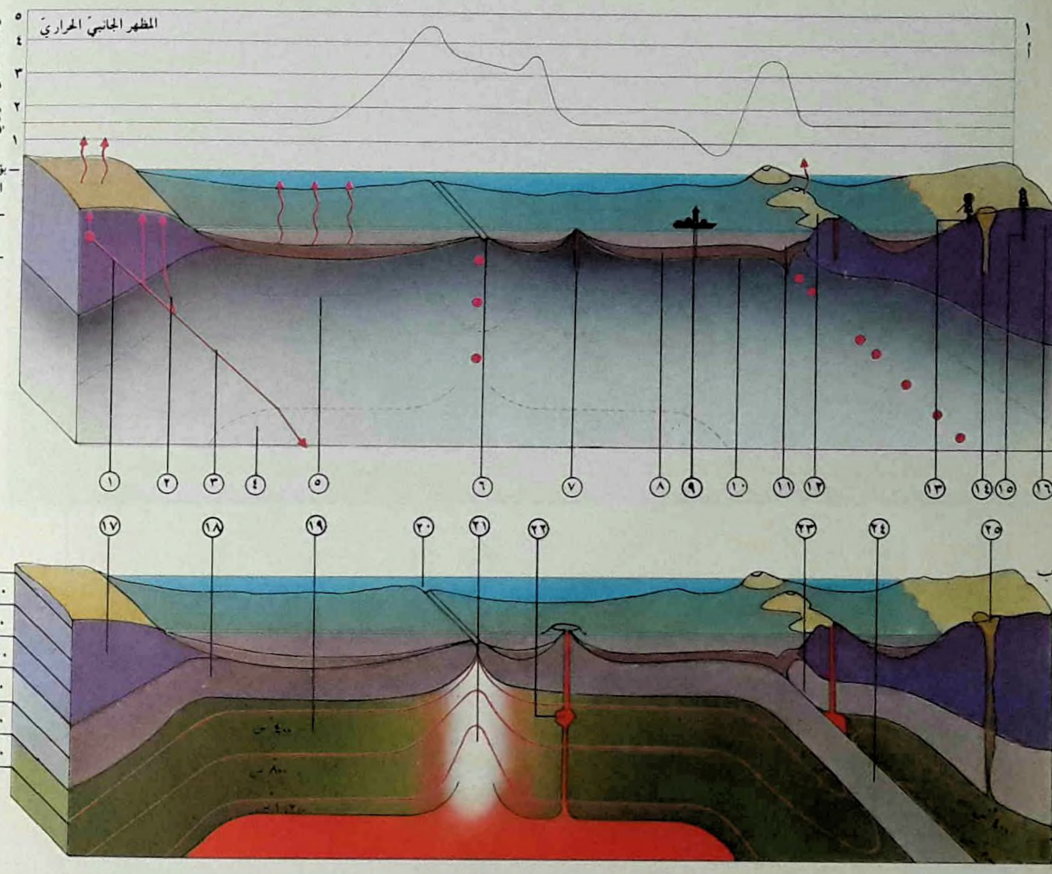
العالمية ، أهم من ذلك ، كمصدر على المدى البعيد ، الطاقة المتوفرة في الفرق بين الحرارة السطحية للمحيطات على اعماق تتراوح بين ٢٠٠ م و ٣٠٠ م وبين حرارة المياه الباردة في الاعماق ، فهذا الفرق يبلغ ١٥° س تقريباً في اكثر محيطات العالم ، مع التكنولوجيا العصرية ، تبدو الاقتراحات لاستخدام هذه الطاقة معقولة ، وقد قُدِر ان بامكان هذا المصدر ان يلبّي جميع حاجات العالم حتى ما بعد بداية القرن الحادي والعشرين ، هناك مصدر مهم آخر للطاقة كامن في امواج البحر ،

من الممكن تكوين فكرة عن قدر هذا المصدر ، اذا ما تذكّرنا ان بوسع امواج بحر متوسط الحجم ، يكون عرضها عرض سفينة شحن ، ان توفّر عشرة اضعاف القوة الضرورية لتسيير هذه السفينة ،

بُنـيَة الأرض

تتألف الارض من عدة طبقات متحدة المركز كطبقات البصلة · لكل طبقة تركيبها الكيميائي الخاص وخصائصها الفيزيائية · تقع هذه الطبقات في ثلاث مناطق رئيسية : طبقة خارجية ، وتدعى القشرة ، تحيط بطبقة تدعى الغلاف وطبقة داخلية تدعى النواة ·

ليست القشرة اليابسة ، وهي التي نعيش فوقها ، اكثر سماكة بالنسبة الى الارض من القشرة بالنسبة الى البيضة ، فهي لا تمثل اكثر من ١,٥ ٪ من حجم الارض · توصّل العلماء الى معرفة الشيء الكثير عن قسم القشرة الخارجي بفضل المراقبة المباشرة · اما معرفتهم لداخل الارض ، فتتم بدراسة مسالك موجات الزلازل ·



دراسة القشرة الارضية

نتعرف الى التركيب الكيميائي للقشرة (٢) ولطبقة الغلاف العليا بمراقبة اراضي سطح الارض وما تحته قليلاً مراقبة مباشرة (١) . اما جميع ما هو واقع تحت طبقة الغلاف العليا . فالمعروف منه بالتأكيد قليل . مع انه يظن ان بنية الرجم الحديدية والرجم الصخرية التي نعثر عليها فوق سطح الارض شبيهة ببنية باطن الارض العميق .

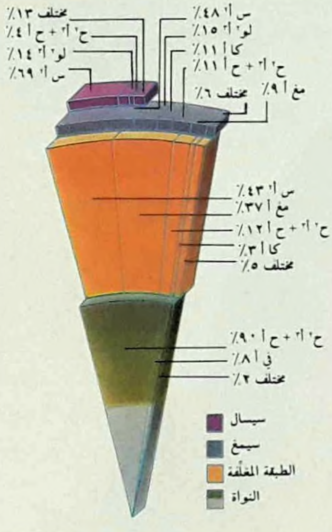
تعرف القشرة العليا من اليابسة باسم « سيال » المركب من الحرفين الاولين لأكثر عناصرها غزارة . السيليكون والالومينيوم . اما طبقات سطح المناطق البحرية وما تحت السيال . فتدعى السيمغ (من السيليكون والمغنيزيوم وهما أغزر العناصر الموجودة فيها) .

بين القشرة والغلاف فرق كبير في الكثافة ، وهذا ما يجعل السطح الفاصل بينهما مستوياً وعاكساً ممتازاً لموجات

(١) - يدرس العلماء كلا من الغلاف والقشرة بوسائل مختلفة (أ) . فالدفق الحراري المنطلق من داخل الارض مرتفع في المناطق البركانية (٧) وفي اقواس الجزر (١٢) وعلى طول قمم قاع البحر (٦) . ومنخفض في خنادقه (١١) . تبلغ المناطق التي تتناولها المراقبة المباشرة أقصى حدودها (٩) في اعمق الفجوات التي تحفر تحت قاع البحر عند ١٣٠٠ م وفي اعمق المناجم (١٣) عند ٣٨٤٨ م وفي أعمق الفجوات التي تحفر في البر (١٥) عند ٩٥٨٣ م . تقع بؤر الزلازل على مستويات خاصة . تحدث الصدمات الزلزالية موجات تزداد سرعتها كلما توغلت داخل القشرة (١ ، ٢) . تحت فجوة موهو . (٥) تقع منطقة الغلاف حيث تدخل الموجات الزلزالية منطقة السرعة الفائقة (٣) . ثم تخف سرعتها في منطقة السرعة الخفيفة الواقعة تحتها (٤) . تتراكم الرواسب البحرية (٨) على ارضية البحار فوق القشرة البحرية (١٠) . عند النقطة (١٤) . تقع تلة من البريدوتيت غنية بالحديد والمغنيزيوم خرجت ناتئة من داخل الارض . جميع هذه المعطيات مفسرة في الرسم (ب) . تتألف قشرة قاع البحر (١٨) من البازلت . اما القشرة البرية (١٧) . فمكونة من الغرانيت ومن طبقة من البازلت تحته . يتألف الغلاف (١٩) من البريدوتيت . يكثر الدفق الحراري المرتفع والزلازل الخفيفة عند متون البحار (٢٠) حيث تنطلق الصهارة من الغلاف (٢١) . احياناً تتجمع الصهارة في حجرة صهارية (٢٢) الى ان يحدث ثوران فيقذف بها الى الخارج . عند المنطقة (٢٤) . صفيحة صخرية باردة تنزلق على طول منطقة بنيوف (٢٣) وتغوص في الغلاف هابطة تحت صفيحة مجاورة فتشكل صهارة بفعل الاحتكاك . تمثل (٢٥) قطعاً من البريدوتيت تسربت الى سطح الارض مخترقة صدوعاً عميقة في القشرة .



٢



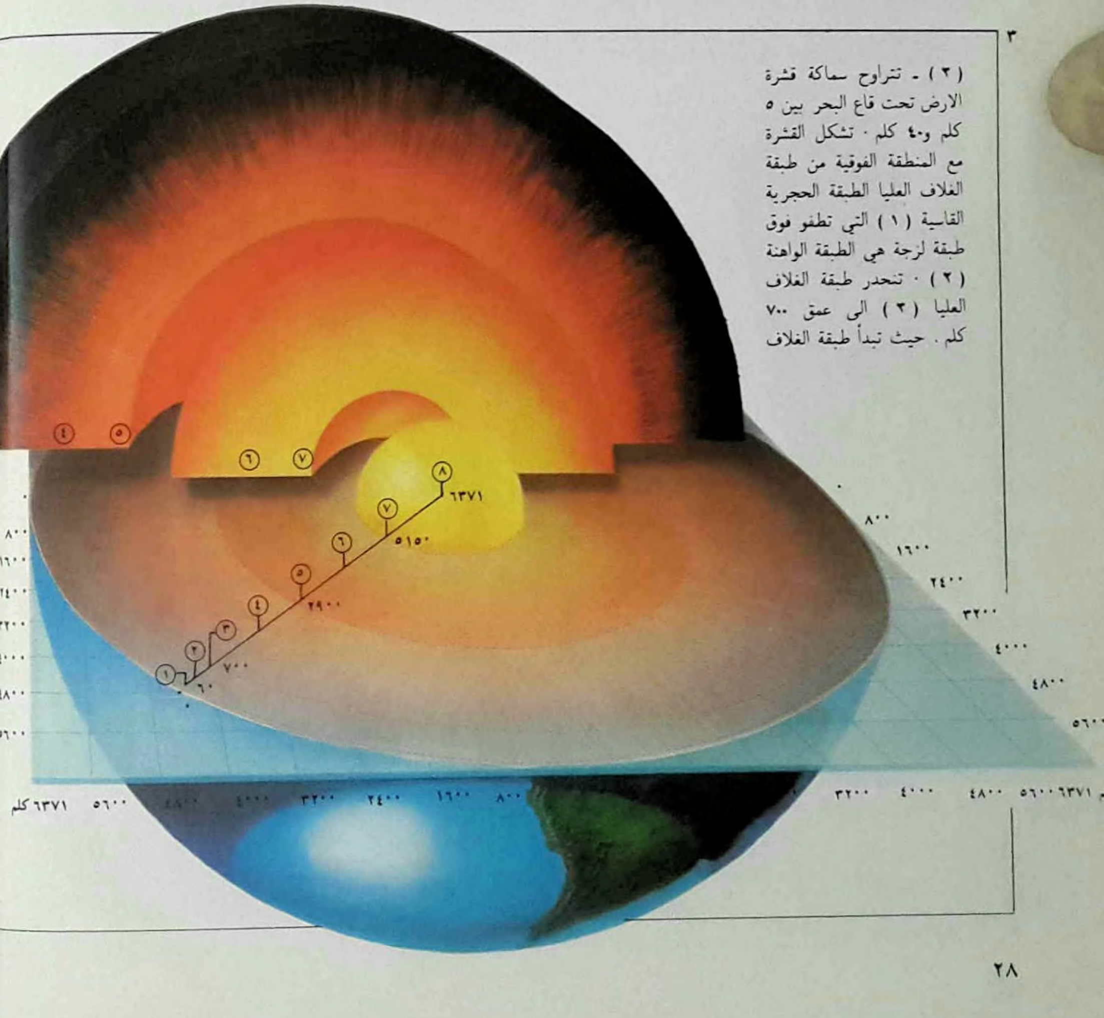
(٢) — للارض ثلاث طبقات رئيسية ، القشرة والغلاف والنواة . القشرة البرية هي خصوصا من الغرانيت اي من سيليكون وألومنيوم . (سيال) والقشرة البحرية من البازلت اي سيليكون ومغنيزيوم (سيمغ) . ويوجد السيمغ ايضا تحت السيال البري . اذ هو اثقل منه . يتألف الغلاف من صخور غنية بسيليكات المغنيزيوم وسيليكات الحديد . اما النواة . وهي كثيفة جدا . فتتألف على الارجح من اكسيد الحديد واكسيد النكل المنصهرين .

الزلازل . يعرف هذا المستوى باسم فجوة موهوروفيتشيك (او موهو مختصراً) (١) . نسبة الى اسم الجيولوجي الكرواتي الذي اكتشفه عام ١٩٠٩ . يعتبر الموهو واحداً مع قاعدة القشرة

ما تحت القشرة

تتألف طبقة الغلاف العليا (٣) من منطقة فوقية قاسية ورقيقة تمتد من اسفل الموهو الى عمق يتراوح بين ٦٠ و ١٠٠ كلم . ومن منطقة لزجة ، تدعى الطبقة الواهنة ، تمتد تحتها الى حوالى ٢٠٠ كلم ، ومن منطقة تحتية كثيفة تمتد بين ٢٠٠ و ٧٠٠ كلم . تشكل المنطقة الفوقية القاسية من طبقة الغلاف العليا مع القشرة التي فوقها الطبقة الحجرية القاسية المركَبة من صفائح . تنتهي الصفائح عند الطبقة الواهنة حيث يبلغ الضغط والحرارة درجة الانصهار فيؤديان بالمواد في

٣



(٣) - تتراوح سماكة قشرة الارض تحت قاع البحر بين ٥ كلم و٤٠ كلم . تشكل القشرة مع المنطقة الفوقية من طبقة الغلاف العليا الطبقة الحجرية القاسية (١) التي تطفو فوق طبقة لزجة هي الطبقة الواهنة (٢) . تنحدر طبقة الغلاف العليا (٣) الى عمق ٧٠٠ كلم . حيث تبدأ طبقة الغلاف

هذه الطبقة الى حالة السيولة تقريباً ·

بين منطقتي الغلاف الفوقية والتحتية تزداد الكثافة الصخرية مرة اخرى . ويظن ان المواد الموجودة هنا هي من البريدوتيت ·

تقع بين طبقة الغلاف السفلى والنواة فجوة عمقها ٢٩٠٠ كلم والضغط فيها شديد . تسمّى فجوة غوتنبرغ . وقد تم اكتشافها عام ١٩١٤ · على عمق ٥١٥٠ كلم . تقسم النواة هي ايضاً الى منطقة خارجية ومنطقة داخلية مؤلفة . على ما يظن . من خليط من الحديد والنيكل · يعتقد ان المنطقة الخارجية سائلة . لأنها تصدّ موجات « س » (وهي موجات زلزالية مستعرضة) . بينما المنطقة الداخلية جامدة . لأن موجات « ب » التضاغطية تسري فيها بسرعة · تعطينا الرُجُم التي تصل الينا من باطن الارض معلومات عن تركيب ارضنا الداخلي · تتكون هذه الرُجُم اما من مواد صخرية أو من مواد يغلب فيها الحديد · النسبة بين الرجم الصخرية والرجم الحديدية تعادل تقريباً النسبة بين كتلتي الغلاف ونواة الارض · من المحتمل ان تكون الرجم بقايا سيّار آخر شبيه بالارض قد انفجر في زمن مجهول (٣) ·



① السفلى (٤) · يتألف الغلاف من البريدوتيت الذي تصبح حرارته في الطبقة الواهنة قريبة من درجة الانصهار · هذا . على الأقل . هو التفسير لتباطؤ الموجات الزلزالية في هذه الاعماق . وهو ما يتوافق ايضاً مع نظرية تشوّه الصفائح · يظن ان ازدياد الكثافة في طبقة الغلاف السفلى ناجم عن ازدياد الضغط وتكتل الذرات بدون تغيير في التركيب الكيميائي · تفصل بين الغلاف والنواة الخارجية (٦) فجوة غوتنبرغ (٥) · تنخفض سرعة الموجة الزلزالية « ب » من ١٤ كلم الى ٨ كلم في الثانية ولا تنتقل موجات « س » الى داخل النواة الخارجية · تدل هذه الملاحظات على ان النواة الخارجية في حالة سيولة · تقفز الكثافة من س٢ / ٥،٥ غ في منطقة الغلاف السفلى الى سم٢ / ١٠ غ في النواة الخارجية . حيث تزداد حتى تبلغ درجة سم٢ / ١٣ غ · مع ان النواة لا تشكل الا ١٦ ٪ من حجم الارض . فهي تمثل ٣٢ ٪ من كتلتها · يعتقد ان النواة مكوّنة من الحديد والنيكل . وهذا الافتراض يتوافق مع بعض المعطيات وتوحي به الرجم الحديدية النيكلية التي يعتقد انها بقايا سيّار آخر · تدل موجات « ب » على وجود فجوة اخرى (٧) . وتزداد سرعة هذه الموجات في مركز الارض . أي في النواة الداخلية (٨) التي يعتقد انها صلبة ·

النظام الحراري الداخلي

رسم المقطع الجانبي للدفق الحراري (١) يمثل كمية الحرارة التي تصل من داخل الارض الى سطحها · نزولاً من سطح الارض . ترتفع الحرارة الى ما يقرب من ٣٧٥ْ س (٧١٠ ف) . ثم تزداد تدريجياً في طبقة الغلاف العليا الى ٨٠٠ْ س (١٤٨٠ْ ف) على عمق ٥٠ كلم . والى ١٨٠٠ْ س (٣٣٠٠ْ ف) على عمق ١٠٠٠ كلم . تقدَر الحرارة في طبقة الغلاف السفلى بما يبلغ ٢٢٥٠ْ س (٤٦٠٠ْ ف) على عمق ٢٠٠٠ كلم . و ٢٥٠٠ْ س (٤٦٠٠ْ ف) على عمق ٢٩٠٠ كلم · من المرجح ان تكون الحرارة في مركز الارض حوالى ٣٠٠٠ْ س (٥٤٠٠ْ ف) ·

تنتقل الحرارة الى السطح بالحمل والتوصيل . من المرجّح ان انتقال الحرارة في الطبقات الجامدة يتم بالتوصيل . وفي الطبقات السائلة بالحمل ·

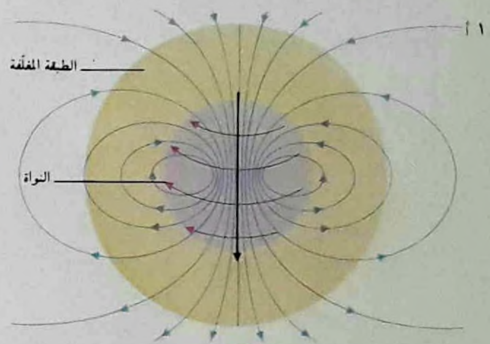
مجال الأرض المغنطيسي

للأرض مجال مغنطيسي (٤) . فاذا علّقنا قضيبا مغنطيسياً بخيط ، فأنه يظل يتحرك الى أن يتوقف عن الحركة في آخر الأمر . فيتجه أحد طرفيه نحو القطب المغنطيسي الشمالي للأرض والطرف الآخر نحو قطبها المغنطيسي الجنوبي . يتصرف القضيب التصرّف ذاته . اذا وُضع بالقرب منه قضيب مغنطيسي آخر أو ملفّ من الاسلاك فيه تيّار كهربائي .

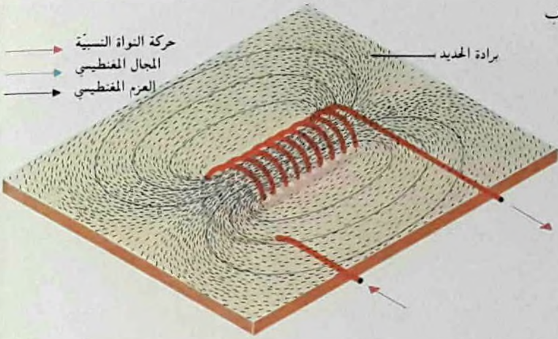
مصدر المجال المغنطيسي الارضي

ينجم عن دوران الأرض على محورها ، ان الطبقة المائعة لنواتها الخارجية تجعل طبقتي الغلاف والقشرة اليابسة تدوران بسرعة تفوق

١ أ



ب

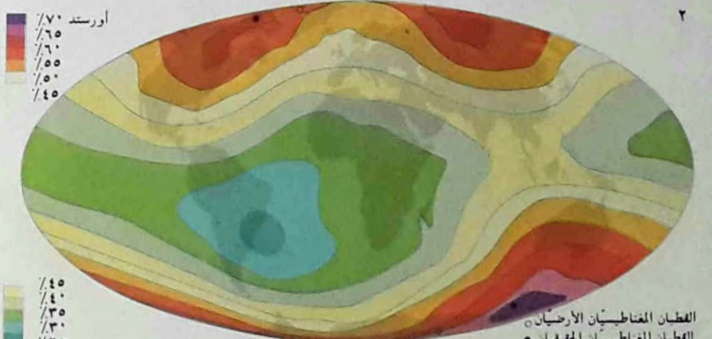


(١) – يشكّل المجال المغنطيسي المنطلق من داخل الأرض ٩٠٪ تقريباً من المجال الذي يلاحظ على سطح التربة . ويتأتى الباقي عن تيارات الجسيمات المشحونة الصادرة عن الشمس وعن مغنطيسية الصخور في القشرة . ينشأ عن الفرق في سرعة الدوران بين النواة الخارجية السائلة والغلاف مولّد (أ) يولّد مجالا يشبه مجال الملفّ الكهربائي (ب) . في الواقع . يكون الوضع أكثر تعقيداً من ذلك . لأنه يستلزم تفاعلاً بين مجالين مغنطيسيين مختلفين . ولأنه باستطاعة تغيرات طفيفة ان تبدل قطبية المجال الارضي . تنجم الشذوذات في المجال المغنطيسي على سطح الأرض عن دوامات طفيفة في الطبقة السائلة من النواة .فانتقالها مع الزمن يسبب تغيرات طويلة الامد في مجال الارض المغنطيسي . مما يؤدي الى تغيرات تدريجية في اتجاه الشمال المغنطيسي في مواضع معيّنة .

---

(٢) – شدة مجال الأرض المغنطيسي أقوى عند القطبين وأضعف في المناطق الاستوائية . لو كان المجال مجرد مجال قضيب مغنطيسي قائم في مركز الأرض ومتواز مع محور الدوران ، لكانت خطوط الشدة الواحدة تتبع خطوط العرض ولكان القطبان المغنطيسيان يتطابقان مع القطبين الجغرافيين . في الواقع . يميل « القضيب

٢

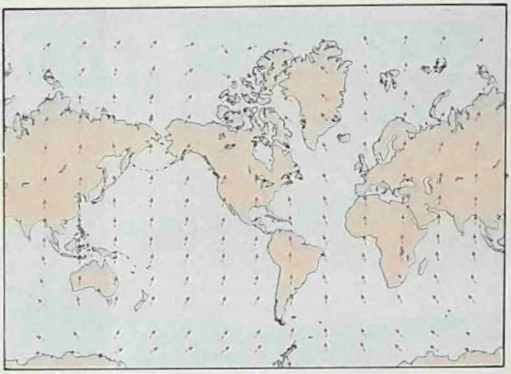


نسبياً سرعة النواة الداخلية . لذلك تتحرك إلكترونات النواة تحركا متناسباً مع تحرك إلكترونات الغلاف والقشرة . من حركة الإلكترونات هذه ، ينشأ مولد طبيعي يتولّد عنه حقل مغنطيسي شبيه بالحقل الناشيء عن ملفّ كهربائي (١) .

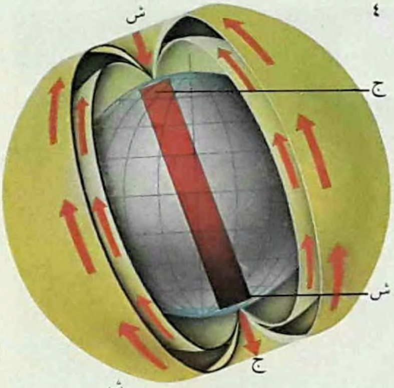
من المعلوم أن محور الأرض المغنطيسي مائل قليلاً بالنسبة الى المحور الجغرافي (٤) اي بمقدار ١١ درجة تقريباً . وهذا ما يجعل القطبين المغنطيسيين لا ينطبقان على القطبين الجغرافيين الشمالي والجنوبي . كذلك يتغير موضع محور الأرض المغنطيسي باستمرار بالنسبة الى موضع المحور الجغرافي ، غير أن مرور مدة طويلة من الزمن ، تقدّر بعشرات آلاف السنين ، يؤدي به في آخر الأمر الى موضع متوسط مستقر نسبياً .

تشير الأبرة المغنطيسية الى موضع يقع

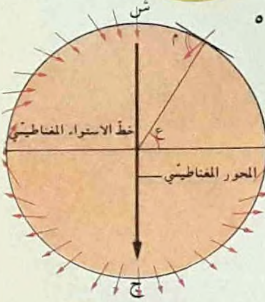
٣



٤



٥



المغنطيسي » بمقدار حوالي ١١° عن محور الدوران . وكذلك يميل قطباه المغنطيسيان الارضيان . لذلك لا يجوز اعتبار المجال الحقيقي كما لو كان مجال قضيب مغنطيسي . فقطبا الميل حيث اتجاه المجال عمودي (نزولاً عند القطب الشمالي وصعوداً عند القطب الجنوبي) هما ذاتهما منحرفان عن قطبي الأرض المغنطيسيين . وكل منهما بكمية مختلفة . بحيث ان قطب الميل الجنوبي ليس مقابلاً تماماً لقطب الميل الشمالي . كذلك يتغير القطبان ، ببطء مع الزمن .

(٣) ـ الانحراف هو الزاوية الناشئة عن التقاء خط اتجاه ابرة البوصلة المغنطيسية وخط الشمال الجغرافي . تنطلق خطوط القوى من قطب الميل الجنوبي (ج) وتتجمع في قطب الميل الشمالي (ش) . تشير الاسهم الى اتجاه الشمال المغنطيسي عام ١٩٥٥ . يحصل الانحراف لأن مجال الأرض لا يشبه كل الشبه قضيبا مغنطيسياً قائماً على طول محور الأرض . هذه الحقيقة تؤخذ بعين الأعتبار في الملاحة .

---

(٤) ـ يشبه مجال الارض المغنطيسي قضيباً مغنطيسياً عملاقاً موضوعاً في داخل الارض ومحوره المغنطيسي منحرف بزاوية صغيرة عن المحور الجغرافي . ينجذب قطباً الابرة المغنطيسية الى قطبي الارض المغنطيسيين ويتحركان بحيث يشير أحد طرفي الابرة الى القطب المغنطيسي الشمالي والآخر الى القطب الجنوبي .

---

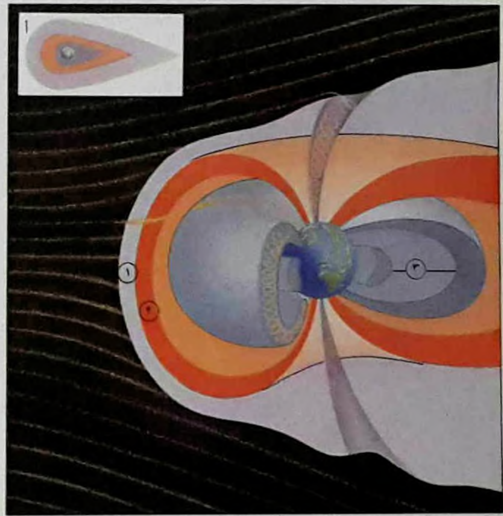
(٥) ـ يتعلق ميل المجال المغنطيسي (م) على سطح الأرض بالعرض المغنطيسي (ع) مقاساً بالنسبة الى المحور المغنطيسي . لو افترضنا ان معدل مجال الارض هو معدل قضيب مغنطيسي قائم على طول المحور الجغرافي ، لكان من الممكن حساب خطوط العرض القديمة لارض ما بالاستناد الى معطيات المغنطيسية القديمة .

على مسافة قصيرة من القطبين الجغرافيين الشمالي والجنوبي ، ويتغير هذا الفرق ، المعروف بالانحراف (٣) ، من نقطة جغرافية الى اخرى .

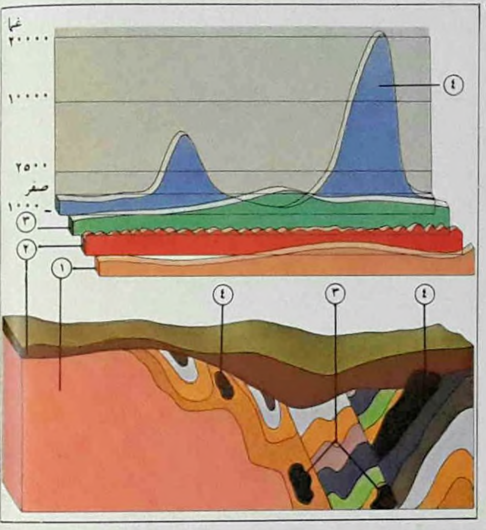
المجال المغنطيسي الارضي في الأزمنة القديمة

تسمّى دراسة المجال المغنطيسي في الماضي الجيولوجي بالمغنطيسية القديمة ، وهي تقوم على المبدأ القائل بأن الصخور قد تكتسب مغنطيسية دائمة إمّا عند تكوّنها أو في وقت لاحق أي عندما تنصهر من جديد ثم تبرد . عندما تسخن الصخور ، تفقد مغنطيسيتها ، كما يجري لمغنطيس عادي عندما يسخن ، لكنها ، عندما تبرد ، تستعيد مغنطيسيتها في مجال الأرض . هذه المغنطة الطبيعية المتبقية ، كما يسمونها ، تقع ، عند تكوّن الصخور ، بموازاة مجال الأرض المغنطيسي . لذلك

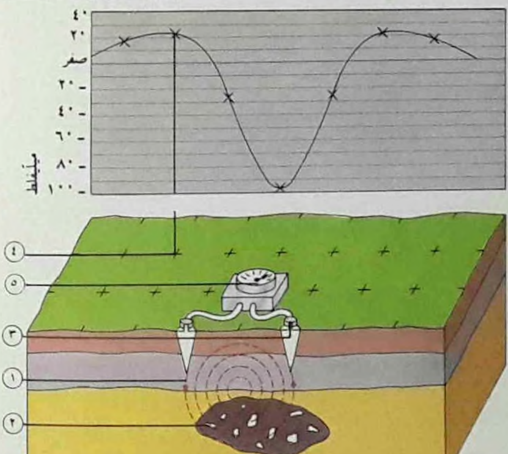
٦



٧



٨



(٦) ـ المغنيتوسفير هي المنطقة من الجوّ التي تنطوي على مجال مغنطيسي . لولا وجود جسيمات مشحونة كهربائياً وقادمة من الشمس (أ) تشوّه هذه المنطقة وتعطيها شكل الدمعة ، لكانت بقيت متماثلة . تلتقي هذه الجسيمات مجال الارض المغنطيسي عند جبهة التصادم (١) . وراء هذه الجبهة منطقة مضطربة تقع في داخلها حدود المجال المغنطيسي (٢) . يشكل حزاما فان ألن (٣) منطقتين لهما اشعاع قوي ضمن نطاق المجال المغنطيسي . يتكوّن الحزام الداخلي من جسيمات ذات طاقة مرتفعة والحزام الخارجي من إلكترونات شمسية .

(٧) ـ يمكن استخدام مقياس المغنطيسية للكشف عن تنوعات مجال الارض المغنطيسي الناجمة عن المعادن الخام ، مغنطيسية اقليمية (١) ،

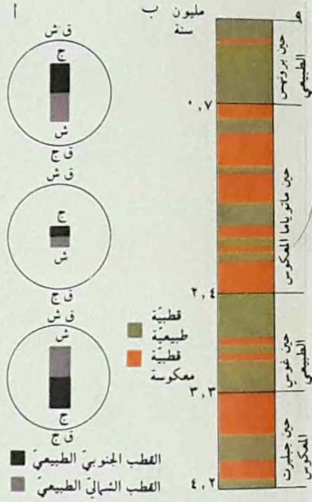
تحمل الصخور الممغنطة بهذه الطريقة سجلا دائماً للمجال المغنطيسي وتمكّن بالتالي من استخدامه لدراسة التاريخ الجيولوجي لمجال الارض المغنطيسي ·

يختلف الانزياح القطبي من قارة الى قارة · لكنه من الممكن ربط الاقطاب العائدة الى زمن واحد من التاريخ الجيولوجي بعضها ببعض في القارات المختلفة . على اعتبار ان القارات كانت تحتل سابقاً مواضع تختلف عن المواضع التي تحتلها اليوم . وبهذه الطريقة يمكن تتبع انجراف القارات التدريجي عبر الزمن · تنسجم نتائج هذه التقنة تماماً مع مؤشّرات أخرى لانجراف القارات . كتمدّد قيعان البحار . ومع آثار المناخات القديمة البادية في الصخور واحافيرها · المغنطيسية القديمة أداة فعالة اذن للبحث عن انجراف القارات ·

لبعض الصخور . التي تكوّنت أثناء فترات زمنية قصيرة ، قطبيّات مغنطيسية أحفورية يبعد بعضها عن بعضها الآخر مسافة ١٨٠° . وهذا ما لا يمكن تفسيره بدوران القارة على محورها ١٨٠° . لأنه لم يتوافر لها الوقت الكافي لاتمام تلك الدورة · فلا بد اذن من ان يكون مجال الأرض المغنطيسي نفسه قد تعرّض لتحوّل في قطبيّته المغنطيسية . كما يحصل مثل ذلك عندما يتحول اتجاه التيار الكهربائي في ملفّ (٩) · يسمّى هذا التحول « انعكاساً » · هذه الانعكاسات تعيّن حدود الفترات المتفاوتة الطول . خلال الازمان الجيولوجية . عندما كان المجال المغنطيسي ذا قطبية ثابتة ·

الاستكشاف المغنطيسي والكهربائي

لكثير من الاجسام الخام والصخور الغنية بالمعادن المغنطيسية مجال مغنطيسي محلي قوي (٧) · هذا ما يستخدمه المستكشفون للتعرف الى المعادن ذات القيمة الاقتصادية · هناك طريقة أخرى تستخدم التيارات الكهربائية الطبيعية المتولّدة بين سطح الأرض والاجسام الخام عن تقطير ماء التربة . فقياس التفاعل مع المجال المغنطيسي يسمح بتحديد مواقع الرواسب التي ينتفع منها الاقتصاد ·



مغنطيسية خلفية ناجمة عن التربة الفوقية (٢) . تأثيرات الاجسام الخام العميقة (٣) ، تأثيرات المواد الخام السطحية (٤) ·

(٨) – عند فحص المعادن بطريقة الاستكشاف الكهرطيسي . تستخدم التيارات الطبيعية (١) المتعلقة بالمجال المغنطيسي والمتأثرة بالمواد الخام (٢) · يوضع لاحبان (٣) في التربة في نقطتين مختارتين (٤) · ويوصلان بمقياس مدرّج بالميلفلط (٥) ، ثم تقاس الفلطية في هاتين النقطتين · قد تدل التغيرات في الفلطية على وجود معادن خام ·

(٩) – انعكاس المجال هو تغير القطبية (فيصبح القطب الشمالي جنوبياً والعكس بالعكس) · حدثت مثل هذه الانعكاسات مراراً عديدة خلال الأزمنة الجيولوجية . غير أن قطبية مجال الارض المغنطيسي لا تنعكس فجأة . بل تنخفض القوة المغنطيسية الى الصفر ثم ترتفع ببطء في الاتجاه المعاكس (أ) · الصخور « تحجّر » مجال الارض المغنطيسي عندما تتكوّن · لذلك اذا حددنا عمر عدد كاف من الصخور المتفاوتة الاعمار وقسنا قطبية كل منها . فأننا نحصل على سلّم زمني عالمي للمغنطيسية واسع المدى . يعطي السلم المغنطيسي التغيرات التي طرأت على القطبية المغنطيسية خلال الـ ٤,٢ ملايين سنة الاخيرة ·

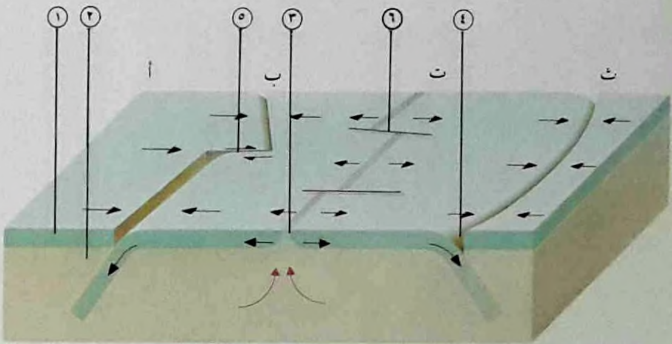
التكتونية الشاملة

ظهرت نظرية تكتونية الصفائح في أواخر الستينات . وكان لها تأثير ثوري في علوم الأرض . انها نظرية تحاول ان تجد تفسيرا منطقيا مقبولا لكثير من الظاهرات الارضية البنيوية والفيزيائية المختلفة . من تكوّن الجبال وحدوث الزلازل الى انجراف القارات .

الصفائح القشرية

تقول النظرية ان طبقة الارض الحجرية . المؤلفة من القشرة والقسم الاعلى من الغلاف مركبة من ألواح او صفائح صلبة يتغير باستمرار وضع بعضها بالنسبة الى بعضها الآخر (١) . تحت الطبقة الحجرية القاسية تقع المنطقة الواهنة التي يعتقد انها لزجة .

١



٢



(١) - تعتبر فرضية التكتونية الشاملة طبقة الارض الحجرية (١) سلسلة من الواح صلبة ومتحركة تدعى صفائح (أ ، ب ، ت ، ث) . هذه الطبقة تطفو فوق طبقة لزجة تدعى الطبقة الواهنة

(٢) . ثمة ثلاثة انواع من التخوم الممكنة للصفائح ، في النوع الأول (٣) تنبجس من الغلاف صهارة ترتفع حتى تصل الى مستوى خطوط القمم البحرية وتشكل قاعا بحريا مرتفعا جديدا ، في النوع الثاني . يتكون الخندق (٤) . بانزلاق صفيحة من القشرة البحرية تحت صفيحة أخرى . قد تكون بحرية أو برية ، اما النوع الثالث . فيحصل اذ تنزلق صفيحة عن صفيحة أخرى وتتجاوزها .

محدثة صدعا تحوليا (٥ ، ٦) . قد ترتبط الصدوع التحولية بين قطاعين من القمة الواحدة (٦) أو بين خندقين (٥) او بين قمة وخندق . تتحرك الصفائح من القمم باتجاه الخنادق وتغوص فيها .

---

(٢) - تنشأ القمم البحرية عن ابتعاد صفيحتين (١ ، ٢) الواحدة عن الأخرى فتنبجس صهارة من الغلاف (٣) مرتفعة الى فوق . وعندما تبرد تصبح جزءا من الصفيحة . ثم تتسرب اليها صهارة جديدة . وهكذا تصبح القمم احدث جزء من القشرة الأرضية . بينما تكون أقدم قشرة بحرية تلك التي تكون غائصة في الخنادق . هذه النظرية ايدتها العيّنات الجوفية التي استخرجتها « غلومر تشلنجر » .

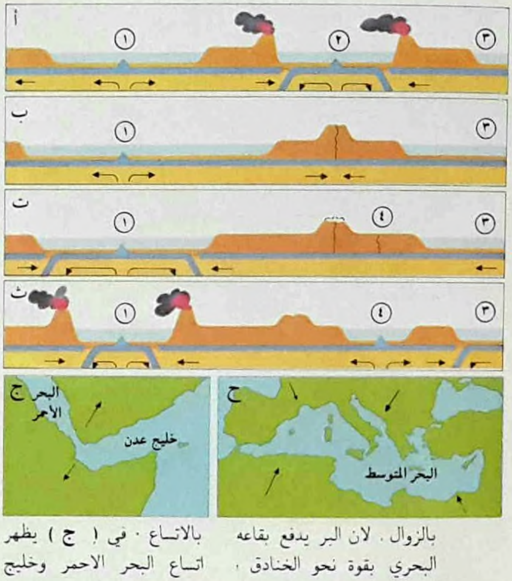
---

(٣) - ولادة البحار وزوالها من الوجود عملية مستمرة ، ففي (أ) يتسع المحيط رقم ١ بتمدد قاعه انطلاقا من احدى قممه . بينما المحيط رقم ٢ أخذ

تحيط بالصفائح قمم قاع البحر وخنادقه وصدوعه التحولية · تنشأ القمم البحرية حيث تبتعد صفيحتان الواحدة عن الاخرى . مخلِّفتين بينهما ثغرة . فتأتي صهارة (صخور منصهرة) منطلقة من المنطقة الواهنة وتملؤها باستمرار · عندما تبرد الصهارة . تتحول الى قشرة جديدة مرتفعة قائمة بين الصفيحتين المتحركتين . وهذه هي ظاهرة تمدد قاع البحار · مقدار هذا التمدد لا يستهان به . على الرغم من بطء العملية · فالمحيط الاطلسي يتسع بمعدل سنتيمترين في السنة ويقع معدّل اسرع تمدد عند النقطة المسماة مرتفع شرقي المحيط الهادىء حيث تتكون ١٠ سم من القشرة الجديدة كل سنة أي ١٠٠٠ كلم في ١٠ ملايين سنة . وهي فترة قصيرة في المقياس الجيولوجي ·

تتكّون الخنادق . بالعكس . حيث تتقارب صفيحتان . لتنزلق احداهما عميقا

٣

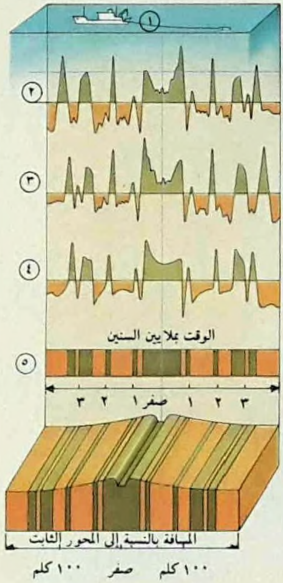


بالزوال . لان البر يدفع بقاعه البحري بقوة نحو الخنادق ، المحيط رقم ٣ حديث العهد وآخذ بالتوسع ، في (ب) بلغ المحيط ١ أقصى امتداده والمحيط ٣ ما يزال يتسع . بينما المحيط ٢ زال من الوجود بالتحام الكتل البرية ؛ في (ت) المحيطان ١ و ٣ آخذان بالزوال . بينما يظهر تشقق جديد في ٤ · يظهر في (ث) المحيط ١ آخذا بالزوال والمحيط ٤ آخذا بالاتساع · في (ج) يظهر اتساع البحر الاحمر وخليج عدن بينما يبان في (ح) ان البحر المتوسط يتقلص باستمرار ·

---

(٤)ـ اظهرت التنقيبات المغنطيسية التي اجريت بواسطة سفينة بحوث (١) تسير ذهابا وايابا فوق خط قمة بحرية (٢ ، ٣ ، ٤) ان مغنطيسية الصخور في قاع البحر تتجه بالتناوب شمالا وجنوبا في سلسلة من القطاعات الموازية لخط القمة (٦) · شكل القطاعات واحد في كل من جهتي المحور . وهو يتطابق مع شكل الانعكاسات التي جرت في مجال الارض المغنطيسي خلال الملايين الأخيرة من السنين (٥) · هكذا أصبحت الصخور المتعدة عن المحور تحمل معها سجلا لتاريخ مجال الأرض المغنطيسي ·

٤



---

(٥) ـ تنشأ مناطق التصادم بتلاقي صفيحتين لكل منهما كتلة برية . فعندما تندفع احدى الصفائح بقوة تحت صفيحة أخرى . ترتفع المادة البرية القابلة للطفو الى فوق وتستقر بشكل خطوط من النتوءات المرتفعة والطيات المنخفضة . مشكلة بذلك سلاسل الجبال ، تكونت جبال حملايا بفعل قوى من هذا النوع ·

٥



تحت الاخرى وتغوص في طبقة الغلاف. هكذا تصبح الخنادق مناطق تتلاشى فيها حدود الصفائح . بما ان حجم الأرض لا يتغير . فكمية القشرة المكونة عند القمم تعادلها القمة التالفة عند الخنادق .

اما الصدوع التحولية . فتنشأ حيث تمر صفيحة بأخرى فلا تصطدم بها . بل تنزلق عنها وتجتازها (٧) . هذه الصفائح تشوه القمم البحرية .

اسباب تحرَك الصفائح

منذ زمن بعيد أي قبل عام **١٩٢٧** . قال الجيولوجي البريطاني ارثر هولمز انه بالامكان تفسير نظرية انجراف القارات استنادا الى تيارات الحمل الحراري في غلاف الارض . تحدث هذه التيارات عادة بسبب الفوارق في الحرارة . ومن الممكن ملاحظتها في قدر فيه ماء موضوع فوق النار . ثم جاءت نظرية التكتونية الشاملة تقول ان تيارات

٦

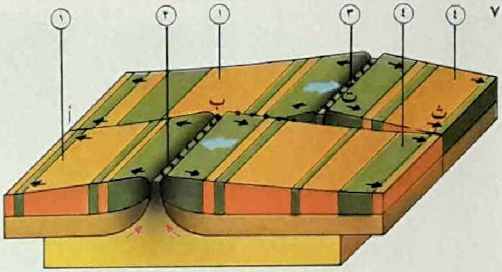


(٦) - طبقة الارض الخارجية مركبة من ست صفائح رئيسية متحركة (الامريكية والاوراسية والافريقية والهندية والاسترالية وصفيحتي المحيط الهادئ، والقطب الجنوبي) تفصل بينهما قمم بحرية وصدوع تحولية وخنادق . هذه الصفائح تحتوي على بعض الصفائح الصغيرة . كالصفيحة العربية وصفيحة الهند الغربية اللتين تمتصان « التناقص الهندسي » بين الصفائح الكبرى بتكوين كميات جديدة من القشرة او بإبادة كميات قديمة منها . الخطوط المنقّطة المتوازية مع خطوط القمم هي خطوط من عمر واحد (متساوية الزمن) ومرسومة بناء على شذوذات مغنطيسية . اقرب هذه الخطوط الى خطوط القمم ترقى الى ١٠ ملايين سنة، وكل خط من الخطوط الاتية بعدها يزيد عمره بعشرة ملايين سنة عن عمر الخط الذي يليه مباشرة . تم التحقق من عمر القشرة مباشرة في أكثر

الحمل الحراري توجد في الطبقة الواهنة . وقد توجد ايضا في طبقة الغلاف السفلى . وهي تشكل مناطق حمل حراري ترتفع تحت القمم وتندسّ تحت الخنادق .

أكتشف الطابع العلمي للقمم والخنادق والصدوع في الاربعينات والخمسينات . وقد تبين ان توزعها على الكرة الأرضية يتوافق مع مواقع الزلازل والبراكين . وفي عام ١٩٦٢ . اقترح الجيولوجي الامريكي هرّي هس انه

٧



مناطق الحفر التي شملها مشروع حفر أعماق البحار (النقط السوداء) . ليس للصفيحة الافريقية خنادق على حافتها . فهي اذن ما تزال تتمدد وقد عوض عن تمددها هذا شرقا وغربا زوال القشرة في خندق تُنغا - كرماديك وخندق بيرو وتشيلي اللذان يبعدان عنها الاول مسافة صفيحتين والثاني ثلاث صفائح . كذلك تتمدد صفيحة القطب الجنوبي باتجاه الشمال . فتقابل ذلك التمدد خنادق اندونيسيا وشمالي المحيط الهادىء وامريكا الوسطى . على الرغم من ان صفيحة المحيط الهادىء والصفيحة الهندية الاسترالية تتوسّعان . فهما اجمالا أخذتان بالزوال .

(٧) - يشكل الصدع التحولي فاصلا بين صفيحتين قشريتين (١ ، ٤) بعد ابتعاد احديهما عن الأخرى . كما انه يربط بين قطاعي قمة (٢ ، ٣) . فتحدث حركة ظاهرية (السهمان الازرقان) مقابلة للحركة الحقيقية (الاسهم السوداء) . لا يكون الصدع التحولي ناشطا الا بين القمم (ب ، ت) . حيث تحدث تمددات قشرية متقابلة . اما على طول الخطين (أ ، ب) و (ت ، ث) . حيث تتحرك كلتا الجهتين معا . فلا يكون سوى مـــــجرد ندب بلا حراك . (٩) - « غلومر تشلنجر » سفينة بنيت لاستخراج عينات جوفية في نطاق مشروع حفر أعماق البحار .

من الممكن تفسير هذه المعالم وتفسير انجراف القارات ايضا بنظرية تمدد قاع البحار . لكنه لم يتمكن من البرهان على ذلك . نظرا لعدم توافر معطيات كافية لديه .

نظرّية تمدد قاع البحار

عثر . في قاع البحر . على أشكال مخططة غريبة تشبه الرسمات تنتابها شذوذات مغنطيسية . في عام ١٩٦٣ . فسّر هذه الظاهرة طالبان من جامعة كمبردج . هما فريدريك فاين ودراموند متيوز . بطريقة امدّت نظرية تمدد قاع البحار بدعم قوي جديد .

في عام ١٩٦٦ . ازدادت فرضية تمدد قاع البحار ثبوتا بفضل الدراسات الاوقيانوغرافية الجديدة المتعلقة بالاحافير الدقيقة وبسماكة الترسبات (التي تبدو أسمك ما يكون في القشرة القديمة حيث تكون قد استغرقت المزيد من الوقت للتراكم) وبقياسات الدفق الحراري المنطلق من داخل الارض وبالمغنطيسية القديمة وبالزلازل . حتى غدت عبارة « التكتونية الشاملة » قيد الاستعمال منذ عام ١٩٦٨ لتفسير العلاقة بين اتساع خطوط القمم والصدوع التحوليّة وغور الخنادق وانجراف القارات وتكوّن الجبال . هذه الفرضيّة الجديدة هي بدون شك اهم فرضية في علوم الارض ظهرت في هذا القرن .

قامت الولايات المتحدة عام ١٩٦٨ بحملة واسعة لاستكشاف البحار . مستخدمة سفينة الحفر العميق « غلومر تشلنجر » . فجمع العلماء بفضل ذلك عينات جوفية من جميع المحيطات والبحار كما حدّدوا مباشرة تواريخ معالم القيعان .

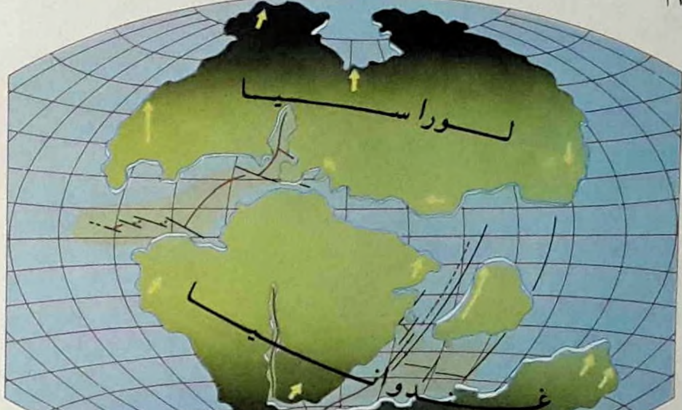
انجرافُ القارّات

ليست جديدة الفكرة القائلة ان القارات كانت في الماضي متصلة. فقد جاء بها فرنسيس بايكن (١٥٦١ - ١٦٢٦) عام ١٦٢٠. وفي عام ١٦٥٨ نشر ر. ب. بلاسيه كتاباً بالفرنسية عنوانه: «فساد العالمين الكبير والصغير حيث يتبيّن ان امريكا لم تكن قبل الطوفان منفصلة عن اجزاء العالم الأخرى». وأول خريطة تبين تطابق القارات نشرها عام ١٨٥٨ أ. سنيدر بليغريني.

فرضية ألفرد فيغنر

اكثر الأسماء ارتباطا بنظرية انجراف القارات هو أسم العالم الألماني بالارصاد

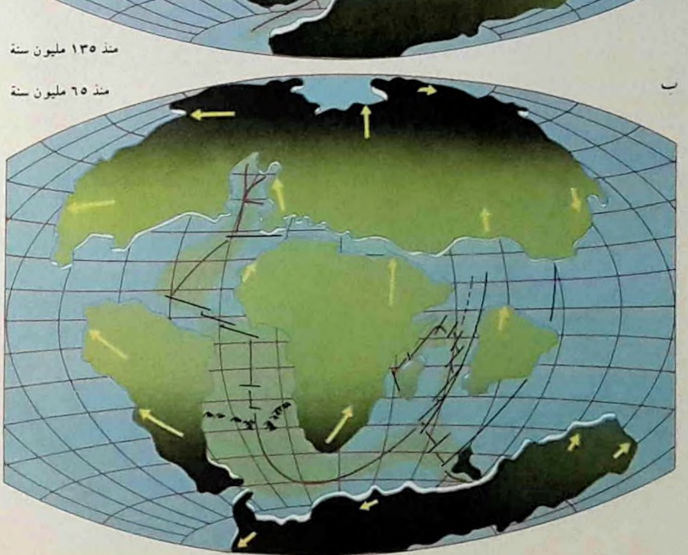
أ



منذ ١٣٥ مليون سنة

ب

منذ ٦٥ مليون سنة



(١) - لا يمكن رسم خريطة دقيقة لبنغيا. لكن يمكن الحصول على أدق تطابق للكتل الارضية باختيار نقط وسطية متلائمة في المنحدرات القارية على عمق ٢٠٠٠ م. لإعادة تشكيل هذه القارة العملاقة. لجأ الكثيرون من الباحثين الى الحاسبة الالكترونية. كانت اسهل القارات تطابقاً افريقيا وأمريكا الجنوبية. كذلك تمكن العلماء. وان ليس بدقة تامة. من اكتشاف تطابق الاراضي الشمالية. لكننا ما نزال نحتاج الى معلومات كثيرة لاكتشاف التطابق المعقد بين الهند والقطب الجنوبي واستراليا من جهة. وافريقيا وامريكا الجنوبية من جهة أخرى. بدأ تفكك بنغيا قبل ٢٠٠ مليون سنة. وفي أواخر العصر الجوراسي. اي قبل حوالى ١٣٥ مليون سنة (أ). كان المحيطان الاطلسي الشمالي والهندي قد توطدا واستقرا نهائياً. وكان بحر تيثيس قد بدأ يتقلص بسبب دوران الكتلة الارضية الاسيوية باتجاه معاكس

الجوية ألفرد فيغنر (١٨٨٠ - ١٩٣٠) (٢) . كان الامريكي ف . ب . تايلر قد عرض الفكرة ذاتها بضع سنوات قبل أن يلقي فيغنر أولى محاضراته في الموضوع عام ١٩١٢ .
توصل فيغنر الى فكرة انجراف القارات ، كالذين سبقوه اليها ، انطلاقاً من أشكال القارات على خريطة العالم . وقد اظهر براعة فائقة في اعادة بناء هذه الكتل الأرضية كما كانت قديماً ، مستعيناً في معالجته للموضوع بأدلة أحسن اختيارها من علوم الجيولوجيا والجيوديسيا والجيوفيزياء والأحاثة وعلم المناخات القديمة .

كان جيولوجيّو نصف الكرة الأرضية الجنوبي هم الذين جمعوا الأدلة التي دعمت نظريات فيغنر دعماً قوياً . فالغمر الجليدي خلال الأزمنة البرمية الفحمية كان أكثر شدة وأوسع انتشاراً منه في العصر الجليدي البليستوسيني الذي جاء بعده ، كما اثبتت

٢

بعد ٥٠ مليون سنة



لدوران عقارب الساعة ، بينما كانت أمريكا الجنوبية تبتعد عن افريقيا مخلّفة وراءها المحيط الأطلسي الجنوبي . وفي أواخر العصر الطبشوري ، أي قبل حوالى ٦٥ مليون سنة (ب) ، كان المحيط الاطلسي الجنوبي قد اتسع ، وكانت مدغشقر قد انفصلت عن افريقيا ، وكانت الهند ما تزال تتابع زحفها نحو الشمال . أما القطب الجنوبي ، فظل يتابع ابتعاده عن الكتلة المركزية ، لكنه ظل مرتبطاً باستراليا ، بينما كان الصدع الاطلسي الشمالي يتجه نحو الشمال مشكلاً جزيرة غرينلند .

(٢) - ما تزال القارات حتى الآن آخذة بالانجراف ، وليس ما يدعو الى احتمال توقفها . تبيّن الخريطة كيف سيبدو مظهر العالم بعد ٥٠ مليون سنة من الآن ، اذا ظل الانجراف مستمراً كما هو متوقع . أكثر ما يلفت النظر من التغيرات المتوقعة في « العالم الجديد » ظهور منطقة جديدة من الأرض في البحر الكرّيبي ، وانسلاخ خليج كليفورنيا والمنطقة الواقعة غربي خط الصدع عند سان اندرياس عن أمريكا ، وانجراف افريقيا نحو الشمال مما يكاد أن يؤدي الى زوال البحر المتوسط ، وانفصال الكتلة القارية الحالية الواقعة شرقي الصدع الافريقي . في ذلك الوقت ، تكون استراليا قد تابعت انجرافها نحو الشمال ، بينما تكون القارة الجنوبية الكبرى باقية في موقعها الجنوبي الحالي .



(٣) - تشكل الرخسيات ذات البزور الاحفورية (ولا سيما لسانيات الاجنحة الظاهرة هنا في الرسم) ، الموجودة في صخور القارات الجنوبية المختلفة المنفصلة عن غندوانالند ، دعما لنظرية انجراف القارات . بلغت الرخسيات ذروة نموها وانتشرت انتشاراً واسعاً . ولا يمكن تفسير الطبيعة المعقدة لتوزع أنواعها الا اذا فرضنا ان القارات المتباعدة الآن كانت كتلة أرضية واحدة في ما مضى .

ذلك الدراسات الميدانية التي اجريت في أمريكا الجنوبية وافريقيا واستراليا والهند والقطب الجنوبي ومدغشقر. فقد فحص الجيولوجيون الحريث الجليدي (وهو كتلة الترسبات التي ينقلها ويخلفها وراءه الغمر الجليدي) والنباتات الاحفورية وتمكّنوا من الربط في ما بينها على مختلف القارات. فلو أن الكتل القارية كانت دائماً مستقرة في مواقعها الحالية. لاستلزم ذلك امتداد الجليد في الماضي من المناطق القطبية الى خط الاستواء. وهو ما لا يقبل به العقل.

تطابق القارات وشهادة الأحافير

برهنت دراسات أجريت في الهند واستراليا على وجود صلات بين هاتين القارتين. فمن الممكن مثلاً تبيان الترابط بين أحواض العصر البرمي في شمالي غربي استراليا واحواض الهند. كما أن معالم استراليا

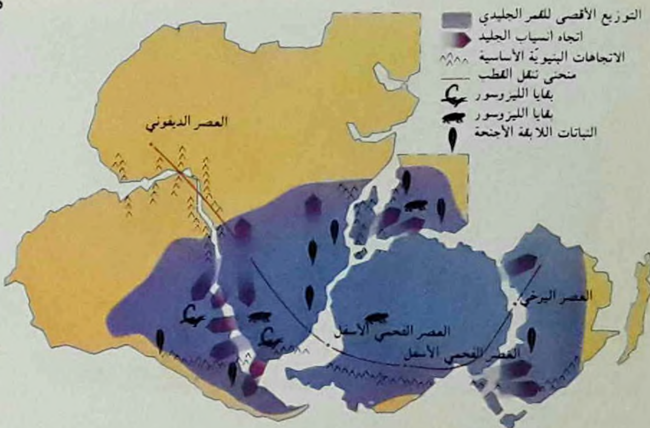
٥



٦



٤



(٤) - هناك أدلة عديدة تثبت وجود غندوانالند. من أهمها، الاتجاهات المستمرة للسيلان الجليدي خلال الحقبة البرموفحمية. والخصائص البنيوية التي تمتد متوافقة من قارّة الى قارّة. وتوزع الاحافير. فكيفية توزع الميزوسورات والليستروسورات والرخسيات الاحفورية توحي بوجود كتلة أرضية واحدة في الأزمنة البرمية. كذلك لا تعطي تقنات علم المغنطيسية القديمة - الذي يحدد موقع القطب المغنطيسي في أي زمن من الماضي - نتائج منسجمة عن كل قارّة. الا اذا جمعت القارات معا في الشكل المفترض لغندوانالند.

(٥) - يتبين الأصل الاستوائي للقطب الجنوبي من وجود طبقات من الفحم الحجري فيه تربو سماكتها على ٤ أمتار. كذلك جاءت دراسة تغيّرات المناخ بأدلة تثبت نظرية انجراف القارات. ففي النصف الجنوبي من الكرة الأرضية تظهر في الصخور التي يعود عهدها الى ما بين ٤٠٠ مليون و ١٨٠ مليون سنة أوجه شبه واضحة في قارات تفصل بينها مسافات شاسعة.

أخيراً يشكل تشابه الاحافير النباتية، رغم اختلاف امكنتها وتباعدها، برهاناً اضافياً على صحة هذه النظرية.

(٦) - منذ عام ١٩٥٠، اصبحت المغنطيسية القديمة أداة فعالة لدراسة أنجراف القارّات. تقطع حفّارة عيّنات اسطوانية من الصخور تكون متجهة، في وضع عمودي، نحو الشمال الحالي. وفي المختبر يحدد مقياس المغنطيسية اتجاه شمالها وخط عرضها الاصليين.

الشرقية تشبه معالم القطب الجنوبي . كذلك نجد في العلاقات الوثيقة بين الأحوال الجيولوجية لكل من افريقيا الغربية والبرازيل براهين جديدة على اتصالهما السابق . فهناك حد واضح يفصل صخور أفريقيا الغربية عن صخور أفريقيا الشرقية ؛ يقع هذا الحد بين المنطقتين بالقرب من اكرا في غانا ، لكنه يستمر ممتداً في المحيط الاطلسي باتجاه الجنوب الغربي . وقد عثرت بعثة جيولوجية

٧


(٧) ـ تفترض نظرية انجراف القارات فترة كانت فيها جميع القارات تشكل كتلة واحدة تدعى بنغيا . تولدت عن الانقسام الأول كتلة شمالية هي لوراسيا ، وكتلة جنوبية هي غندوانالند (نسبة الى اقليم في الهند) .

٨


(٨) ـ ولد ألفرد فيغنر عام ١٨٨٠ . تخصص في علم الفلك . لكنه مال بشغف الى علم الارصاد الجوية والفيزياء الأرضية . في عام ١٩١٥ ، نشر دراسته الكلاسيكية بعنوان « اصل القارات والمحيطات » . توفي وهو يقود بعثة الى غرينلند عام ١٩٣٠ .

على امتداده الى البرازيل في ساو لويس ، اي تماماً حيث كان من المتوقع العثور عليه فيما لو كانت القارتين متصلتين في الماضي .

كان التحقق من الترابط بين الأراضي الشمالية المتباعدة اليوم كثيراً (امريكا الشمالية وأوروبا وآسيا) أشد صعوبة . لكن لدينا الآن ادلة دامغة على ان هذه الاراضي كانت تشكل في الماضي جزءاً من قارة واحدة هي لوراسيا (١) .

أعار فيغنر انتشار الأحافير على سطح الأرض اهتماماً خاصاً . عندما عرض نظريته للمرة الاولى ، كان علماء الأحاثة يفترضون وجود جسور بين القارات لتفسير وجود بعض النباتات والحيوانات الاحفورية الواحدة في قارات مختلفة .

لكن الدراسة المفصلة لقيعان المحيطات ، خلال السنوات الاخيرة ، قضت نهائياً على هذه الأفكار .

التطورات الجديدة

جاءت بحوث حديثة ، ولاسيما دراسة المغنطيسية القديمة (٦) بمعلومات لم تدعم نظرية انجراف القارات فحسب ، بل حددت ايضاً مواضع الكتل الارضية المختلفة خلال الأزمنة الجيولوجية القديمة . ولعل أهم ما دعم فرضية انجراف القارات نظرية تمدد قاع البحار ونظرية تكتونية الصفائح . كانت نقطة الضعف في نظرية فيغنر الأصلية تدور حول القوى الهائلة الضرورية لفصل القارات واقصاء بعضها عن بعضها الآخر ، فجاءت هاتان النظريتان الجديدتان ، اللتان قامت البراهين على صحتهما ، تقدمان التفسير المنشود للقوة المحركة .

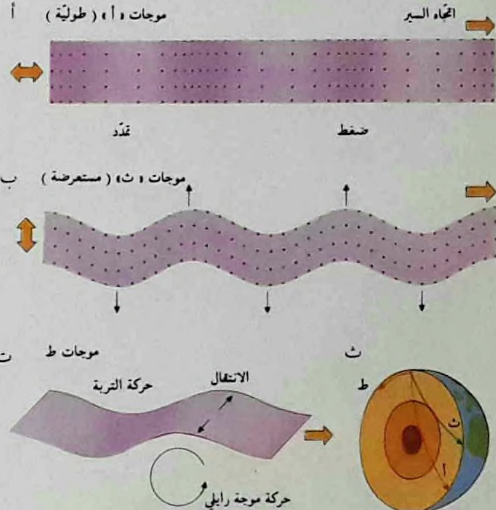
الـزلازل

الزلزال هو انطلاق الطاقة المفاجىء من باطن الأرض بشكل اهتزازات وارتجاجات يسببها انزلاق الصخور المتواصل الناجم عن تقلص الصدوع او تمددها على سطح الارض · من شأن ارتفاع الصهارة تحت البركان ان يحدث ايضا ارتجاجات خفيفة · لقد قدّر بمليون تقريبا عدد الزلازل التي تقع كل سنة · غير ان اكثر هذه الزلازل خفيفة بحيث تمر دون ان يشعر بها احد · اما الزلازل القوية والتي تسبب دمارا واسعا ، فهي تحدث مرة تقريبا كل اسبوعين ·

الموجات وقياسها

في اول الامر . يحول الاحتكاك على طول

١



٢



٣



(١) ـ الموجات الزلزالية في الأساس نوعان ، موجات اولية (أ)هي موجات ضغط تحدث في جسيمات الصخور اهتزازا الى الأمام والى الوراء كما يهتز نابض لولبي ، وموجات ثانوية (ث) أو مستعرضة (ب) تجعل الجسيمات تتذبذب بزوايا متعامدة مع اتجاه الموجة كذبذبة اوتار القيثارة · عندما تصل هاتان الموجتان الى سطح الأرض . تتحولان الى موجات طويلة (ط) تسير اما على طول السطح مهتزة افقيا بزوايا متعامدة مع اتجاه الموجة ث (وتعرف باسم موجات لوف) . او تسير كأمواج البحر (موجات رايلاي) · تظهر في (ت) بعض المسارات التي تتبعها هذه الموجات ·

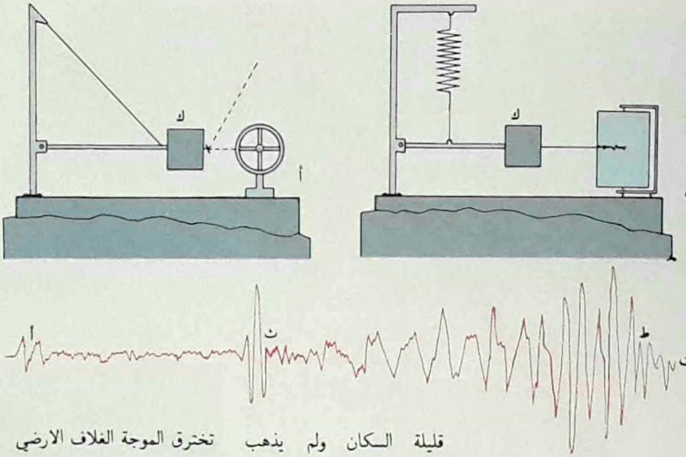
(٢) ـ خلال زلزال حصل عام ١٩٦٤ في انكوريدج

الصدع دون انزلاق الصخور ، وهذا ما يجعل الطاقة المسبّبة للحركة تتجمع وتتكدّس بشكل توتّر مطاط . كما يحدث عندما يشد الوتر . لكن بعد ان يبلغ التوتّر نقطة حرجة ، يتوقف الاحتكاك ، فتنزلق الصخور بعضها على بعضها الآخر ، فاسحة المجال للطاقة المخزونة كي تنطلق بشكل زلازل .

تنتشر الموجات الزلزالية من البؤرة الى الخارج في جميع الاتجاهات ، تماما كما تفعل الموجات الصوتية عندما تطلق النار من بندقية (٣ ، ٧) . ثمة نوعان رئيسيان من الموجات الزلزالية : موجات الضغط والموجات المستعرضة (١) . تنساب موجات الضغط في الجسيمات الصخرية وتجعلها تهتز ذهابا وايابا باتجاه الموجة . اما الموجات المستعرضة ، فتجعل هذه الجسيمات تهتز بزاوية متعامدة مع اتجاهها .

موجات الضغط ، التي تسير بسرعة تفوق

٤



بألسكا . شطر التشوّه الكبير الذي احدثه في سطح الأرض طريقا الى شطرين ، واحدث الانخساف الطفيف فجوة وسعها ٥٠ سم . من شأن موجات ارضية من نوع الموجات التي احدثت هذا الشق على الطريق العام ان تهدم تجهيزات تحت الارض في المدن وتحدث حرائق وتسبب انفجار أنابيب الماء . فتحول بذلك دون مكافحة الحرائق وتسهّل انتشار الاوبئة . لقد اصاب زلزال ألسكا منطقة قليلة السكان ولم يذهب ضحيته الا ١٤٤ شخصا . وهو عدد ضئيل نظرا لقوة الزلزال الذي احدث انقلابا دائما في التربة على طول ساحل ألسكا الجنوبي .

---

(٣) - تتغير مسارات الموجة الزلزالية حسب كثافة الصخور التي تمر بها . فتشكل منحنيات كلما ابتعدت عن البؤرة (١) . باستطاعة الموجات الاولية (أ) ان تخترق الغازات والسوائل والجوامد . سرعتها كبيرة . وتزداد هذه السرعة عندما تخترق الموجة الغلاف الارضي (٢) . لكنها تهبط عندما تبلغ الموجة النواة الخارجية (٣) . ثم ترتفع من جديد في النواة الداخلية (٤) . وذلك بسبب ما يحدثه الضغط من احوال وظروف في طبقات الارض المختلفة . اما الموجات الثانوية (ث) . فلا تسير الا عبر الجوامد ولا تدخل النواة المنصهرة الكثيفة . في سير الموجات سفلاً . من الطبيعي ان تلتقي بطبقات متحدة المركز ومتزايدة الكثافة . فتغيّر اتجاهها او تنكسر باتجاه السطح . وهذا ما يجعل مساراتها ملتوية . المنطقة الواقعة بين النقطتين ٥ و ٦ لا تتلقّى اية موجة مباشرة . وتعرف بمنطقة الظل الموجي . اعطى انتشار الموجات الزلزالية معلومات لا تقدر عن باطن الارض .

---

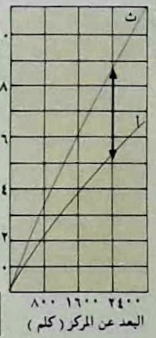
(٤) - مرسمات الزلازل أدوات للكشف عن الموجات الزلزالية من الأنواع الثلاثة **أ ث ط** ولتسجيلها . تحتوي اكثر المرسمات على كتلة معلقة (**ك**) تظل ساكنة عندما تحدث هزة ارضية . بينما تتحرك اجزاء الأداة الاخرى . يكشف بعض المرسمات عن الحركة الافقية (أ) . بينما يكشف غيرها عن الحركة العمودية (ب) . يسجل قلم اهتزازي اثر الموجات على شريط من الورق المتحرك (ت) . ويمكن قياس الفترة الفاصلة بين وصول موجات أ وموجات **ث** . وتعطي هذه الفترة الممثّلة على رسم بياني (٥ - ب) المسافة بين مركز الزلزال السطحي والمحطة .

١.٧ مرة سرعة الموجات المستعرضة . هي اول ما تلتقطه محطات تسجيل الزلازل (٤) . لذلك يشير اليها علماء الزلازل بأنها موجات اولية (أ) . مطلقين على الموجات المستعرضة اسم الموجات الثانوية (ث) . هناك نوع ثالث لدى علماء الزلازل ، هو الموجة الطويلة (ط) او الموجة السطحية . الموجات الطويلة هي التي تحدث اكثر الهزات عنفا . يستخدم سلّم ريشتر لقياس مقدار الزلازل .

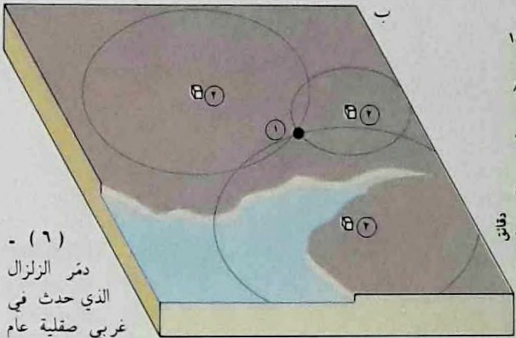
التسونامي او الموجة البحرية العملاقة

ان ما يميز الهزات الأرضية هو الدمار الذي تحدثه (٩،١) . قد يأتي الدمار نتيجة لاهتزازات داخلية عميقة او لموجات مدّية عظيمة تحدثها اضطرابات زلزالية في قيعان البحار ، تدعى واحدتها تسونامي . قد يبلغ طول موجة التسونامي - وهو المسافة بين قمة موجة وقمة الموجة التالية - ٢٠٠ كلم . وقد تسير بسرعة ٨٠٠ كلم / س . عندما تصل الى

٥



ب



٦



٧



(٥) - يحدد موقع مركز الزلزال السطحي (١) بتعيين بعده عن ثلاث محطات تسجيل (٢) . تسجل في كل محطة الاوقات المختلفة لوصول موجات أ و ث . اليها . ويقاس بعد المركز عن المحطة (أ) ثم تعتبر هذه المسافة شعاعاً لدائرة ترسم حول كل محطة (ب) . فيكون مركز الزلزال واقعاً عند نقطة تقاطع الدوائر الثلاث .

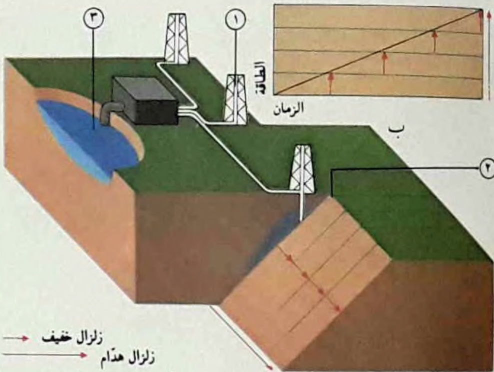
(٦) - دمّر الزلزال الذي حدث في غربي صقلية عام ١٩٦٨ عدداً كبيراً من الابنية في جيبلّينا وفي ضواحيها . شق الذين نجوا من الموت طريقهم بين الابنية المتهدمة . فانهيار الابنية يشكّل اقوى خطر على حياة الناس اثناء زلزال كبير . واكثر الاصابات تحدث خارج الأبنية . وغالباً ما تتفشى الامراض بين الاحياء بعد تلف الخدمات الاساسية . ذهب ضحية زلزال صقلية ٢٢٤ شخصاً . اكثر الزلازل المشؤومة منذ عام ١٩٦٥ حدثت في بيرو عام ١٩٧٠ (٦٦٧٩٤ قتيلاً) . وفي غواتمالا عام ١٩٧٦ (اكثر من ١٦٠٠٠ قتيل) وفي الصين عام ١٩٧٦ ايضاً حيث يقدر عدد القتلى بأكثر من ١٠٠٠٠٠ ضحية .

(٧) - يحدث الزلزال عندما يتحرك فجأة جزآن من سطح الارض احدهما بالنسبة الى الآخر على طول شق يسمى صدعاً (١) . تسمى النقطة التي تنطلق منها الحركة بؤرة (٢) . كما تسمى النقطة على السطح الواقعة مباشرة فوق البؤرة مركز الزلزال السطحي (٣) . تنطلق الموجات الصدمية (٤) من البؤرة باتجاه الخارج وتخف سرعتها كلما ابتعدت . تسير هذه الموجات الصدمية بسرعة متزايدة في الاعماق عندما تمر في مواد اكثر كثافة .

شاطىء خفيف الانحدار. تخف سرعتها ويزداد ارتفاعها، وباقترابها، يتراجع البحر اولا ثم يرتد مندفعا في سلسلة من الأمواج الهائلة التي تستطيع اقتحام اليابسة على مسافات بعيدة.

في عام ١٧٥٥، تحولت مدينة لشبونة الى كتلة من الركام خلال ست دقائق، وذلك من جراء اعنف هزة ارضية سجّلها التاريخ. تراجع البحر عن الميناء، ثم اندفع في شكل

٨ أ



وهكذا يتقوس اتجاه مسارها (٥) كما هو ظاهر في الرسم. على السطح يشبه شكل الموجات شكل خطوط زلزالية متساوية الرجفة تربط بين نقط تأثرت بصدمات متساوية.

(٨) - يمكن الافراج عن الضغط الذي من شأنه ان يحدث زلازل خطيرة، وذلك بإحداث عدد من الهزّات الخفيفة في منطقة الصدع. فالعلماء يبحثون اليوم عن امكان تخفيف نتائج الزلازل المدمرة في بعض المناطق بتنظيم حدوثها. فهم يحدثون لتخفيف التوتر المتجمع، عدداً كبيراً من الزلازل الخفيفة في غضون ردح من الزمن. فيعتقون بذلك من الطاقة تدريجياً بقدر ما يعتقه مرة واحدة زلزال واحد مدمر. (أ) تقوم احدى الطرائق على استخدام الماء بمثابة مزلق (ب). وذلك بأن يحفر عدد من الآبار (١) على طول خط الصدع (٢) الذي يعثر فيه على توتر، ثم تضخ كميات وافرة من الماء من خزان (٣) في هذه الآبار. فيخف الاحتكاك بين الصخور في الصدع ويصبح بامكان هذه الصخور ان تنزلق بنعومة في سلسلة من الهزات الخفيفة.

تسونامي علوها ١٧ مترا. فأغرق مئات الاشخاص. كما احدثت فيما بعد صدمات خفيفة لاحقة متأتية عن التسونامي انهيارات وسببت حرائق. عند حلول الليل، كان ٦٠٠٠٠ شخص قد قضوا نحبهم. شعر الناس برجّات هذا الزلزال ضمن مساحة تعادل ٢٠ ضعفا تقريبا مساحة العراق.

على الرغم من طبيعة الزلزال التدميرية في جوهرها، يظل من الممكن، في بعض الحالات، اتخاذ التدابير الوقائية للحد من اخطارها. فمن الممكن مثلا تشييد الابنية الشاهقة على اطواف من الاسمنت المسلح تبقى طافية عند مرور الموجات الزلزالية.

التنبؤ بالزلازل والسيطرة عليها

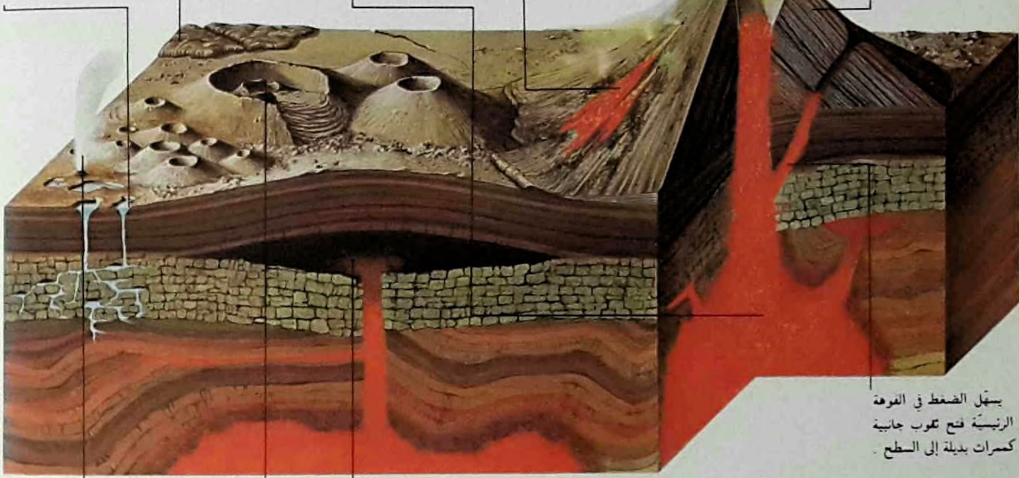
تدل بحوث حديثة على انه اصبح بالامكان الآن التحكّم بالهزات الارضية وضبطها. ففي عام ١٩٦٠، في دنفر بكولورادو، سبّب تفريغ رواسب مائعة من مصنع في بئر سلسلة من الزلازل الخفيفة. وهكذا نشأت فكرة حفر ثقوب عميقة على طول الصدوع وصب الماء فيها لتخفيف التوترات في سلسلة الزلازل وجعلها بذلك غير مدمِّرة، بدلا من تركها على حالها تتراكم الى ان تحدث زلزالا كبيرا (٨).

قبل الزلزال مباشرة، يحلّ بالتربة على جانبي الصدع تشوهات مطاطة يمكن قياسها بالتثليث بواسطة مزواة او حزمة ليزر. يمكن ايضا استعمال مقاييس الميل لمعرفة مدى التواء التربة. كذلك تستخدم اقمار اصطناعية لاستلام المعلومات من اجهزة موضوعة على مقربة من الصدوع الرئيسية ثم ابراقها الى مراكز يمكن تحليلها فيها.

البراكين

البراكين هي أبرز ما يلفت النظر من تجليات الطاقة · فقد عملت على تكوين مساحات واسعة من القشرة الارضية ، وهي تكشف عن تاريخ الارض وتطورها ، وتمدنا بمعلومات عن طبيعة باطنها ·

الطبقة العليا من الارض تحت القشرة هي في حالة قريبة من الانصهار ، ويكفي تغيّر طفيف في الضغط ، قد يحدثه انحراف في صفائح القشرة مثلًا ، لإتمام عملية الانصهار · بما ان الصهارة اخف من الصخور المجاورة ، فانها ترتفع ببطء الى السطح ، وكثيراً ما يحدث ذلك على طول الصدوع · يؤدي ايضاً ارتفاع قليل في الحرارة الى صهر الصخور ، ويقال ان جيوباً من المواد المشعّة تولّد من

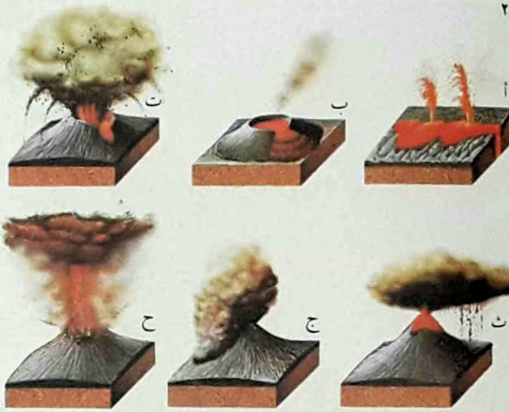
١


(١) ـ تتغذى البراكين من الصخور المنصهرة الصاعدة من غلاف الارض · هذه المادة ، المسماة صهارة ، قد ترتفع مباشرة الى السطح حيث تنطلق حمماً ، او تخزن في مكان حيث تنتفخ كالمنطاد قبل ان تنفجر · ترتفع الصهارة في مدخنة حتى تصل الحمم الى السطح عند الفوهة . فتكوّن هناك مخروطاً بركانياً او بركاناً · كثيراً ما تتخذ الفوّهات شكل المخروطات المقلوبة بفعل الانفجارات الناجمة عن تمدد الغازات · لا تصل الصهارة دائماً الى السطح ، وكثيراً ما تبرد في العمق ، فتكوّن صخوراً نارية ضخمة ، ولاكوليثات (بنيات شبيهة بالعدسات) ، وحواجز تتقاطع مع الطبقات الارضية ، واندساسات صخرية افقية تدخل بين الطبقات · تتميز المناطق البركانية ايضا بينابيع حارة ومنافس للغازات ، وحمّات في بعض الأماكن ·

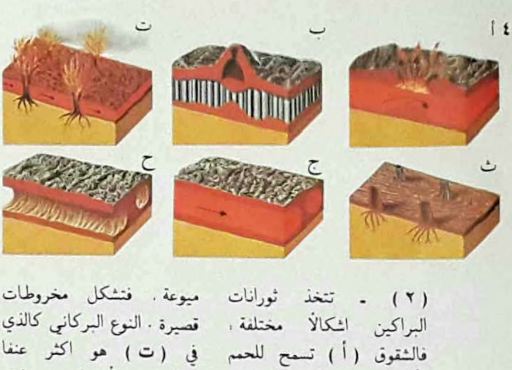
الحرارة ما يكفي لتكوين الصهارة .
على طول قمم اواسط المحيطات ، حيث يؤدي انحراف الصفائح الى هبوط في الضغط ، ترتفع الصهارة باستمرار متقطع ثم تبرد فتتشكل قشرة جديدة . في أمكنة اخرى ، تتجمع الصهارة في خزانات . واذا لم تبرد ، تصبح غير مستقرة وتحدث ثورانات . عندما يحدث ذلك ، يجعل هبوط الضغط الغازات الذائبة في الصهارة تولّد فقاعات

(٣) . فتزداد سرعة الدفق . كثير من الغازات ، مثل كبريتور الهيدروجين وأول اكسيد الكربون ، يحترق عندما يصل الى الهواء ، وهذا ما يرفع الحرارة عند الفتحة ، فتغدو الصهارة اكثر سيولة . اذا كانت الصهارة لزجة ، فأنها تمنع الغازات من الانسياب الى الخارج ، مما قد يجعلها تخرج بانفجار . تزداد قوة الانفجارات ـ وكذلك قوة الثورانات الطبيعية ـ اذا تسرّبت المياه الى الصهارة

٢



٤



(٢) ـ تتخذ ثورانات البراكين اشكالاً مختلفة ، فالشقوق (أ) تسمح للحمم الأكثر ميوعة بالانسياب ببطء . في ثورانات هاواي (ب) . الحمم هي اقل ميوعة ، فتتشكل مخروطات قصيرة . النوع البركاني كالذي في (ت) هو اكثر عنفا ويقذف حمماً جامدة . تقذف الثورانات السترومبولية (ث) مواد متوهجة . في النوع البيليّ (ج) . تنفجر الفتحات المسدودة بعنف . اما الثوران البيليني (ح) . فهو تيار متواصل من الغازات يصل الى ارتفاعات شاهقة .

(٣) ـ عندما ينخفض الضغط في الصهارة الصاعدة ، تخرج منها الغازات المذابة فيها بشكل فقاعات تتمدد وتدفع الصهارة الى خارج البركان .

(٤) ـ يحتوي سيل الحمم على مخروطات رشاشية ناجمة عن انفجارات خفيفة (أ) تشكّل براكين مصغّرة (ب) . تتكوّن قوالب شجرية (ت) حيثما تحترق الاشجار تحت الحمم التي تبرد (ث) . كذلك تتكوّن انفاق من الحمم عندما يبرد السيل السطحي (ج) ويظل الداخل الحار في حالة سيلان (ح) .

٣



(٥) ـ تتوقف بنية سيل من الحمم على درجة حرارة السيل وسرعته أبان الثوران وعلى تركيب الحمم . يستعمل علماء طبقات الارض كلمتين في اللغة الهاوايانية هما « آ آ » و« باهوهو » لوصف نوعين من الحمم . فلحمم « آ آ » منظر خشن للغاية ومتراصّ

٥



وتحوّلت فيها الى بخار ·

توزّع البراكين

تقع البراكين على طول صدوع التوتر الكبرى الموجودة على سطح الارض - وهي قمم اواسط المحيطات وامتداداتها البرية - وعلى طول اطراف التصادم في الصفائح القشرية · « حلقة النار » الشهيرة ، التي تحيط بالاوقيانوس الهادىء ، تشكّل تخوم الصفيحة القشرية التي يتكون منها قاع هذا المحيط ·

اكبر عدد من البراكين - ولربما كان اكثرها هامداً - يقع تحت قاع البحار ، حيث يشكل التلال الغورية ·

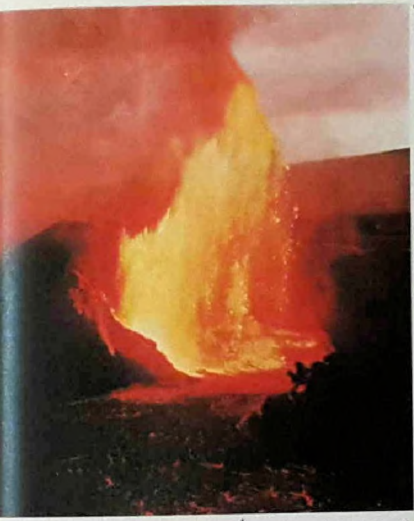
يُظَنّ ان المحيط الهادىء يحتوي على اكثر من ١٠٠٠٠ بركان يربو ارتفاع كل منها على ١٠٠٠ متر ·

اما البراكين القليلة ، الموجودة على اليابسة بعيداً عن حدود الصفائح ، فقد تكون

٦



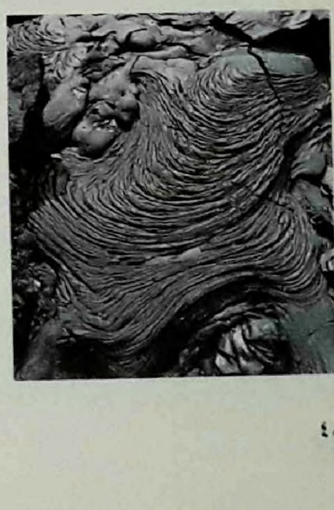
٧



٨



٩



(٦) - في أواخر العصر البرونزي ، كانت جزيرة ثيرا مسرحاً لثوران ادى الى كارثة اصابت سكان كريت ، ولربما كانت السبب في اندثار حضارة مينوس ونشوء اسطورة الأطلنتيد ·

(٧) - تتميز الثورانات من النوع الهاوایاني بتدفق حمم من البازلت كثيراً ما يرافقه تدفق ينابيع حمم ملتهبة قد ترتفع احياناً ارتفاع برج ايفل (٣٠٠ م) · يبان في الثوران الهاوایاني الذي يرى هنا كيف ان الحمم المتوهجة الخارجة من الينبوع قد ملأت الفوّهة ثم فاضت محدثة سيلاً من الحمم تجمّد جزئياً على سطحها ·

(٨) - الكتل البركانية المغزلية تنجم عن صخور منصهرة تتفتت بعد انطلاقها · تنفتل الكتل المستديرة اللزجة الكبرى خلال مسيرتها الهوائية وينطوي طرفاها المستطيلان فيعطيان الكتلة شكلها المغزّلي المميز ·

(٩) - حمم باهوهو او الحمم الحبلية لها سطح أملس ومتجعد ناجم عن سيل سريع من الحمم السائلة . وتتكوّن على سطحها طبقة لدنة عندما تبرد · يتمطط هذا السطح في ثنيات جميلة المنظر ، وذلك بسبب الحمم الجارية تحته لأنها ما تزال سائلة ·

(١٠) - كانت كراكاتوا جزيرة بركانية صغيرة في مضيق سوندرا باندونيسيا وكانت هامدة منذ عام ١٦٨٠ · تحطم ثلثا الجزيرة في ثوران شهر اغسطس عام ١٨٨٣ ·

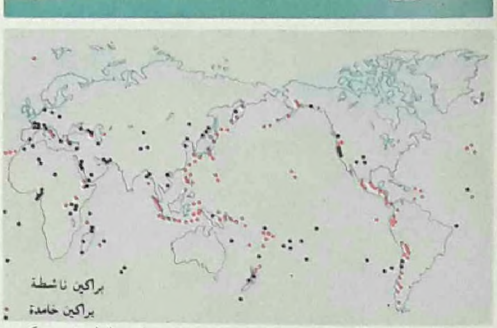
ناجمة عن حرارة موضعية تسببها الطاقة الاشعاعية او عن « نقطة حارة » في الغلاف ·

بصرف النظر عن البراكين الغورية التي لم يحص عددها ، يوجد حوالى ٥٠٠ بركان ناشط ، قد يثور منها ٢٠ او ٣٠ بركاناً كل سنة · بين ثورانين . يقال عن البركان انه هامد · البركان الناشط ـ وهو نقيض البركان الخامد ـ هو البركان الذي بقي ثائراً طوال العصور التاريخية · قد يظل بعض البراكين

١٠



١١



(١١)ـ تقع البراكين الناشطة خصوصاً على حدود الصفائح القشرية ، وتمتد منطقة النشاط البركاني الرئيسية في العالم على طول قوس كبيرة ممتدة حول المحيط الهادىء من تشيلي حتى الهند الشرقية ·

هامداً لمدد اطول من أي عصر تاريخي ، كما يمكن للبراكين « الخامدة » ان تعود احياناً الى نشاطها ، كما حدث لبركان هلغافل في هايمي باسلندا · عام ١٩٧٣ · أشهر بركان جديد معروف على اليابسة هو بركان باريكوتين في المكسيك الذي ظهر في حقل عام ١٩٤٣ ·

المقذوفات البركانية وأنواع الثورانات

تقذف البراكين غازات وسوائل وجوامد · الغازات هي في الدرجة الاولى الازوت وثاني اكسيد الكربون وكلوريد الهيدروجين وبخار الماء وأول أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين · اما المقذوفات السائلة ، المعروفة باسم « الحمم » ، فتكون . حسب درجة الحرارة ، اما لزجة واسمها « آآ » (٩) او متراصة (٥) واسمها باهوهو ·

الثورانات الفاجعة

قد تكون البراكين احياناً صمامات أمان في القشرة الارضية · لكن بقدر ما يكون الصمام مشدوداً ، يكون الثوران عنيفاً · في عام ١٨١٥ ، حدث ثوران في تمبورا بإندونيسيا يُعدّ من أهم الكوارث البركانية في التاريخ · فقد مات خلاله ١٠٠٠٠ شخص دفعة واحدة وتوفي في ما بعد ٨٢٠٠٠ شخص من المرض والجوع ·

لا يمكن الحؤول دون الثورانات ، ولكن يمكن التنبؤ بها · يتم ذلك في الدرجة الاولى بمراقبة الزلازل الخفيفة الناجمة عن ارتفاع الصهارة ، وبقياس انتفاخ التربة بواسطة المحدار ، وبمراقبة تغيرات خروج الغازات والأبخرة من الفتحات ·

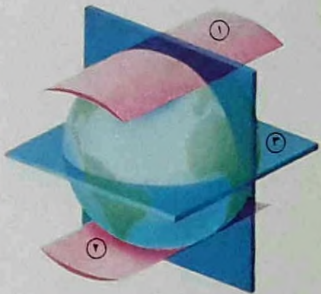
شكل الأرض وجاذبيتها

الجاذبية هي التجاذب بين جسمين. وتتوقف قوتها على كتلتي الجسمين وعلى المسافة بينهما. تتوقف اذن قوة مجال الجاذبية الارضية على كتلة الارض وعلى كتلة الجسم المتجاذب معها. وهي تخف كلما بعد هذا الجسم عن سطح الأرض. الجاذبية سبب جميع عوامل التأكل الرئيسية تقريباً. فالمطر يتساقط تحت تأثير الجاذبية. وكذلك التيارات والانهار.

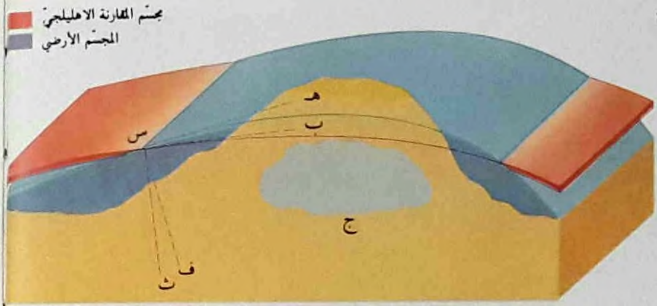
دوران الأرض المحوري وشكلها ومستوى بحارها

يولّد دوران الأرض على محورها قوة مركزية طاردة هي عند خط الاستواء أقوى

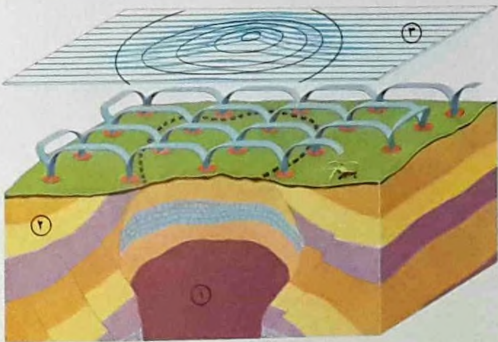
١



٢



٣



(١) - ليس سطح الارض كرة حقيقية. بل هو يشبه مجسماً اهليلجياً قطره الاستوائي أطول من قطره القطبي. الفرق بين القطرين ٤١ كلم تقريباً. يمكن ابراز هذا الفرق حسّياً بافتراض إسفينين يحتلان (١، ٢) الفراغ المتبقي فوق القطبين. وهو ما لا يمكن افتراضه عند خط الاستواء(٣). هذا الانتفاخ الاستوائي ناجم عن تأثير القوة المركزية الطاردة التي يولدها دوران الأرض حول محورها.

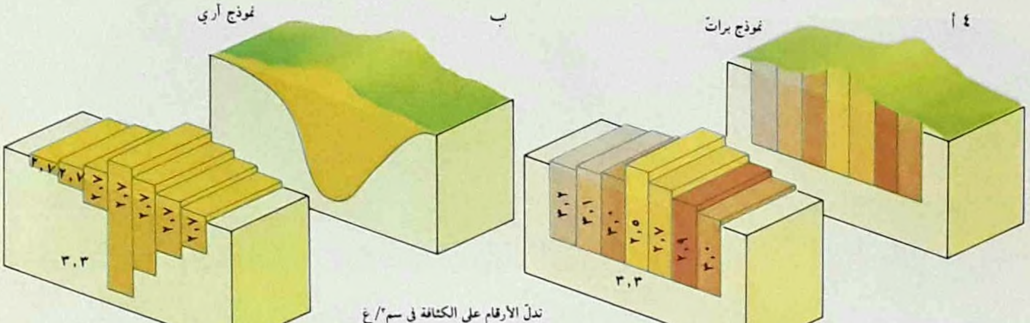
(٢) - يسمى شكل الأرض الحقيقي المجسم الأرضي. وهو غير منتظم. لأن الجاذبية الأرضية تختلف من مكان الى آخر. فالكتل الصخرية في الجبال **(ج)** تجتذب خط الفادن فينزاح الاتجاه المفترض لمركز الثقل **(س ب)** في الجسم الاهليلجي نحو الاتجاه المحلي الحقيقي لمركز الثقل **(س ف)**. ولما كان **س ف** معامداً للمستوى الحقيقي **د هـ** للمجسم الأرضي. يكون **أ ب** المستوى المفترض للمجسم الاهليلجي.

(٣) - يحدث شذوذ سالب في الجاذبية - أي جاذبية دون المعدل العادي - عند انخراط صخر خفيف في طبقة قريبة من سطح الأرض. فالقبّة الملحية (١). التي ترتفع من خلال صخور القشرة التي هي أشد منها كثافة (٢). تشوّش مجال الجاذبية المحلي. واذا سجلت على خريطة (٣) ملاحظات المحطات المختلفة في تلك المنطقة. دلت التسجيلات على وجود منطقة من الجاذبية المنخفضة فوق القبة. اما المواد المعدنية الخام الكثيفة. فتحدث شذوذاً موجباً.

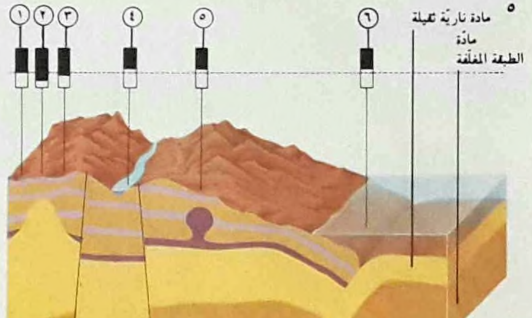
(٤) - حوالى عام ١٨٥٠. رأى برات وآري ان القارات كناية عن مواد خفيفة طافية على طبقة تفوقها كثافة. لكن فيما

منها في أي مكان آخر . فيسبب ذلك انتفاخاً طفيفاً عند خط الاستواء وتسطحاً عند القطبين (١) . وهذا ما يجعل قطر الأرض عندخط الاستواء اطول مما هو عليه بين القطبين بـ ٤١ كلم تقريباً .

متوسط مستوى البحار هو هذا المستوى بين المد والجزر ، ويؤخذ كمستوى اساسي لقياس الارتفاعات ، وهو معامِد دائماً لقوة الجاذبية . اذا أُخذ هذا المعدل حول الأرض بكاملها ، فإنه يعطي شكلاً يطابق الشكل الحقيقي للأرض (٢) ويعرف بالمجسم الأرضي . سطح المجسم الأرضي غير منتظم ، لأن مجال الجاذبية يختلف من موضع الى آخر حسب نوع الصخور في القشرة . فسلسلة ضخمة من الجبال تجعل خيط الفادن القريب منها ينحرف عن مركز الأرض . تستعمل على نطاق واسع الانحرافات في مسارات الاقمار الاصطناعية لدراسة المجسم الأرضي .



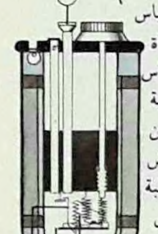
تدلّ الأرقام على الكثافة في سم³/غ



كان برات يعتقد ان الارتفاعات المختلفة في الجبال سببها كتل ذات كثافات مختلفة طافية فوق مستوى اساسي واحد (أ). كان آري يقول انها ناجمة عن كتل ذات ارتفاعات مختلفة وكثافة واحدة لكنها طافية على اعماق مختلفة (ب) . بيّنت دراسات الفيزياء الأرضية ان هذا الرأي هو الأقرب الى الصواب .

(٥) ـ يمكن الكشف عن تكوّن الصخور تحت سطح الأرض بقياس التغيرات المحلية في قوة الجذب بواسطة ميزان دقيق ذي نابض يدعى مقياس الجاذبية . فبقدر ما يكون الجسم خفيفاً ، يكون الجذب ضعيفاً .

١ ـ جاذبية عادية .
٢ ـ مواد نارية ثقيلة بالقرب من السطح تحدث جاذبية قوية .
٣ ـ طبقة محدبة تحدث جاذبية قوية .
٤ ـ واد متصدع حيث تتوغل المواد السطحية الخفيفة فتحدث جاذبية ضعيفة .
٥ ـ قبة من الملح أو موضع مرتفع من المواد الخفيفة يحدث جاذبية ضعيفة .
٦ ـ غور بحري تغوص المادة الخفيفة عبره عميقاً في الغلاف فتحدث جاذبية ضعيفة .

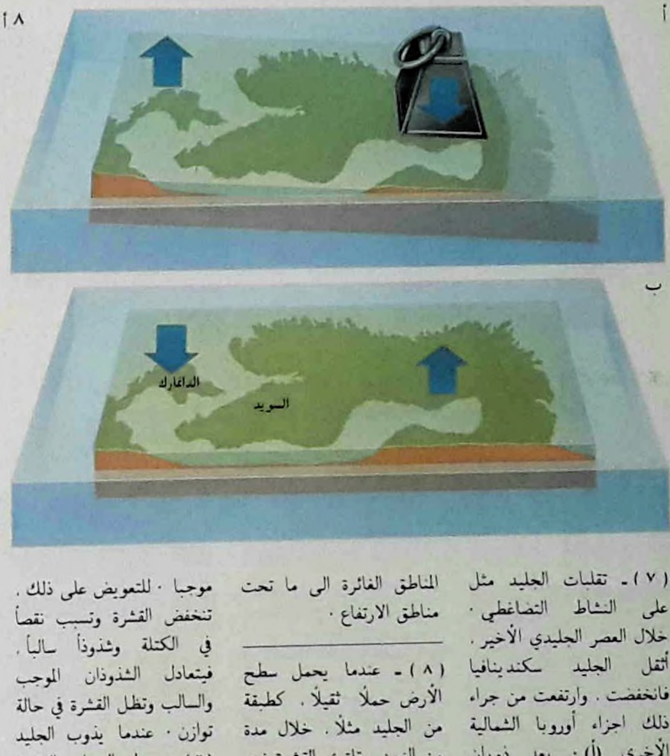


(٦). مقياس الجاذبية اداة تستعمل لقياس الجاذبية في نقطة من سطح الأرض وذلك بمراقبة تمدد نابض في طرفه ثقل. يوضع نابض من الكوارتز (١) في غرفة مفرغة جزئياً من الهواء (٢) لوقايته من تغيرات الضغط . وتبقى المقياس في وضع عمودي براغ ثابتة (٣) . وهناك مؤشر (٤) يشاهد من خلال عينية (٥) يدل تحركه فوق مدرج على حركة النابض .

المسح المثلثي للهند

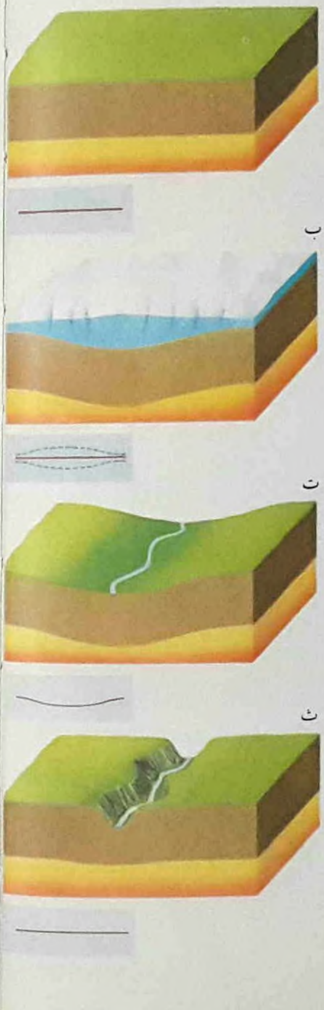
تبين عند المسح المثلثي للهند ، في القرن التاسع عشر ، ان مواقع بعض المحطات ، التي كانت قد حددت بطريقة المسح الفلكي ، لا تتوافق مع مواقع المحطات المحددة بطريقة التثليث التي لم تأخذ بعين الاعتبار مفعول جاذبية جبال حملايا · فهذه الكتلة من الجبال كانت تجذب اليها ، أي نحو الشمال ، خيط الفادن ، مسببة بذلك فوارق في القياس بلغت احياناً ٩١،٥ متراً · نتيجة لذلك ذهب كل من هـ · برات و ج · ب · آري (١٨٠١ - ١٨٩٢) الى القول ان القارات كناية عن مواد خفيفة تطفو فوق طبقة (٤) تفوقها كثافة · كان برات يرى ان الارتفاعات المختلفة في الجبال تعود الى كتل مختلفة الكثافة تطفو على مستوى أساسي واحد ، بينما كان آري يعتقد ان الارتفاعات المختلفة تعود الى كتل ذات كثافة واحدة لكنها تطفو على اعماق

٧ أ



ب

٨ أ



ب

ت

ث

(٧) - تقلبات الجليد مثل على النشاط التضاغطي · خلال العصر الجليدي الأخير ، أثقل الجليد سكنديناڤيا فانخفضت ، وارتفعت من جراء ذلك اجزاء أوروبا الشمالية الأخرى (أ) · بعد ذوبان الجليد ، عادت القارة الى وضعها الأول (ب) ، طافية من جديد فوق مواد طبقة الغلاف العليا التي سالت من تحت المناطق الغائرة الى ما تحت مناطق الارتفاع ·

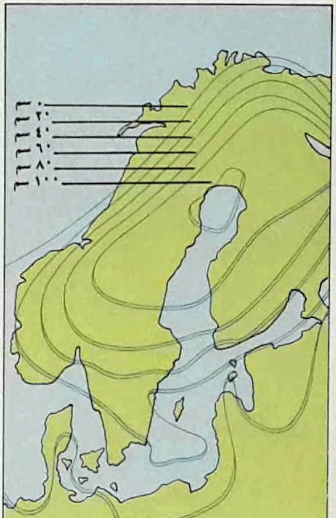
---

(٨) - عندما يحمل سطح الأرض حملاً ثقيلاً ، كطبقة من الجليد مثلاً ، خلال مدة من الزمن ، تلتوي القشرة نحو الغلاف · في (أ) توجد القشرة في حالة توازن مع الغلاف تحتها · طبقة الجليد (ب) ثقيلة وتحدث شذوذ جاذبية موجبا · للتعويض على ذلك ، تنخفض القشرة وتسبب نقصاً في الكتلة وشذوذاً سالباً ، فيتعادل الشذوذان الموجب والسالب وتظل القشرة في حالة توازن · عندما يذوب الجليد (ت) ، يزول الحمل والشذوذ الموجب ، مخلفين وراءهما نقصاً في الكتلة وشذوذاً سالباً · لإعادة التوازن (ث) ، ترتفع الأرض وتعود الأنهر الى

مختلفة . تبنى علماء اليوم اجمالاً فرضية آري .

هناك طريقة أخرى لشرح فرضية آري ، هي القول ان المواد القشرية الخفيفة « تطفو » بتوازن على طبقة الغلاف التي هي لدنة نوعاً ما وأكثر كثافة ، كما تطفو الفلّينة على سطح الماء . فاذا وضع على هذه الفلّينة ثقل اضافي (كقطعة معدنية مثلاً) ، فانها تغوص قليلاً الى ان يتم التوازن من جديد . هذا بالضبط

٩



نشاطها . حافرة الوديان العميقة .

(٩) ـ عندما زالت صفائح الجليد السميكة في سكنديناڤيا . بدأت الأرض بالارتفاع لإعادة التوازن التضاغطي . وهي ما تزال ترتفع الآن بمعدل ١٠٠ سم كل قرن . تجددت الانهر بسبب الارتفاع . وراحت منذ ذلك الحين تحفر الوديان العميقة بين الجبال . تبيّن الخريطة معدل الارتفاع بالسنتيمترات في كل قرن فوق منطقة البلطيق .

ما يلاحظ في القشرة الأرضية : فالاثقال الاضافية تسبب هبوط القشرة (٨) ، وعندما يزول الثقل بذوبان الثلج مثلاً أو بالتأكل تعود القشرة الى الارتفاع مستعيدة توازنها الطبيعي .

ما تزال بعض اجزاء السويد والنروج ترتفع نتيجة لذوبان القلنسوات الجليدية السميكة قبل ١٠٠٠٠ سنة ، ويظن ان القشرة سترتفع أيضاً **٢١٣** متراً قبل ان تستعيد توازنها . فيما ترتفع سكنديناڤيا ، نرى سواحل هولندا وبعض اجزاء الدنمرك (٧) تغوص ، لأن مواد طبقة الغلاف التي ترتفع تحت سكنديناڤيا تنسحب من تحت هولندا وبعض اجزاء الدنمرك .

شذوذات مجال الجاذبية

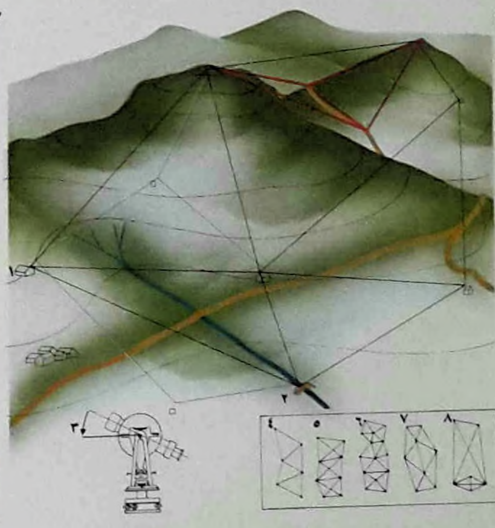
تسبب الاجسام الصخرية التي تختلف كتلتها اختلافاً كبيراً عن المنطقة المجاورة لها تغيرات أو شذوذات طفيفة في مجال الجاذبية المحلي ، مما يسهل كشفه بمقياس الجاذبية .

تبيّن دراسات الجاذبية ان قبباً ضخمة من الملح يظهر فيها شذوذ سالب في الجاذبية لنقص في الكتلة (لأن الملح أخف من الصخور الأخرى) ، بينما يظهر في المعدن الخام شذوذ موجب في الجاذبية (لزيادة في الكتلة) . لذلك نرى علماء طبقات الأرض الذين يستكشفون التربة ، عندما يضعون تقاريرهم عن مجال الجاذبية الأرضي ، يصححون المقادير التي يحصلون عليها ليزيلوا التأثيرات الناجمة عن البعد عن خط الاستواء وعن الارتفاع وعن كتلة المادة وما اشبه . هذا ما يسمى تصحيح بوغر ، والخريطة الناتجة عن ذلك تسمى خريطة شذوذ بوغر .

رسم خرائط الأرض

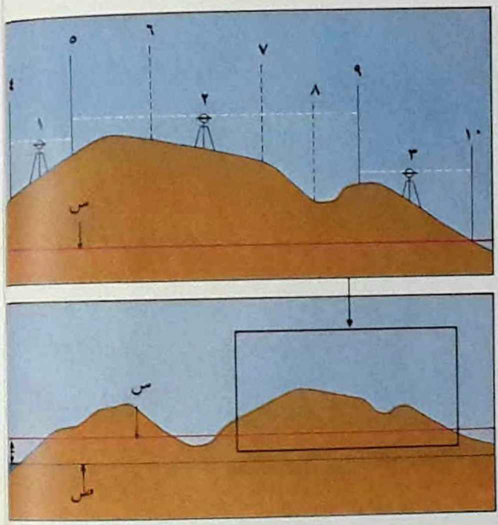
خلال مختلف حقبات التاريخ، لجأ الانسان الى الخرائط لتسجيل المعلومات وتحليلها ونقلها الى الآخرين. اقدم خريطة ما تزال موجودة يعود تاريخها الى ٣٠٠٠ سنة ق. م. وقد حفرت على لوحة بابلية من الصلصال، وهي كالكثير من النماذج الباقية للخرائط القديمة، كناية عن تسجيل لملكية قطعة من الارض. بيد انه لم تقم المحاولات الاولى لرسم خريطة للعالم بأجمعه الا تحت تأثير الفلسفة الاغريقية في القرن الخامس ق. م. لكن، لسوء الحظ، قامت تلك المحاولات على نظريات فلسفية اكثر مما بنيت على المعارف الجغرافية المتوفرة في ذلك الحين. بالرغم من ذلك، ما لبثت

١ أ



ب

٢



(١) - التثليث طريقة يستعملها المساحون لقياس الارتفاعات والمسافات بالنسبة الى خط اساسي (١ - ٢) يقاس عادة بواسطة شريط مدرّج او سلسلة مسّاح. تقاس بواسطة مزواة (٣) الزوايا المنطلقة من الخط الاساسي والتي تشكل احياناً جزءاً من الشبكة المتسامتة في الخريطة. في المسح التفصيلي، يجب رسم شبكة دقيقة من المثلثات (ب). قد تكون المثلثات بسيطة (٤) او اجزاء من مضلّع رباعي (٥) او من مضلّع رباعي متمركز (٦) او من مضلّع مزدوج المركز (٧). او من مضلّع ضيّق (٨). يتوقف النوع المختار على الظروف المحلية. فتفضل المضلعات الرباعية المتمركزة في المناطق المنبسطة عادة.

(٢) - يقاس الارتفاع فوق مستوى البحر عادة بواسطة المسواة (١، ٢، ٣) وقضيب القياس (٤ - ١٠) استناداً الى ارتفاع معلوم او علامة المنسوب (س). تصوّب المسواة ١ في المرحلة الاولى على ٤ ثم على ٥ثم تنقل الى ٢. في المرحلة الثانية تصوّب اولاً على ٥ ثم على ٦ واخيراً في المرحلة الثالثة على ١٠. تقاس الارتفاعات المتوسطة بوضع القضيب في ٨. تقارن الارتفاعات من ٤ الى ١٠ بالنسبة الى مستوى البحر (ص). اذ يكون ارتفاع علامة المنسوب (س) فوق مستوى البحر معروفاً.

(٣) - التصوير الجوي احدى

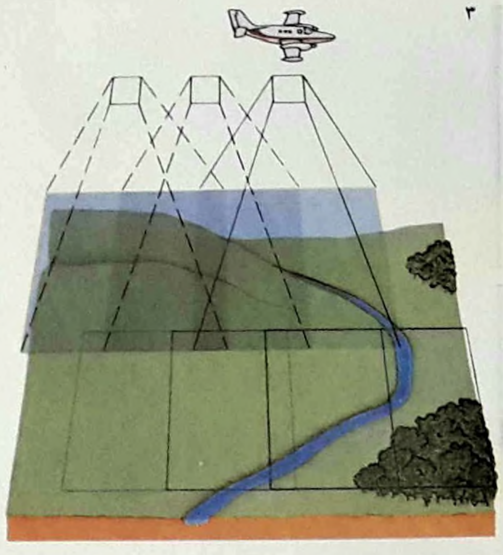
المدارس الاغريقية ان احرزت مزيداً من التقدم العلمي في الجغرافيا خلال القرون الستة التالية ·

المحاولات الاولى في رسم الخرائط

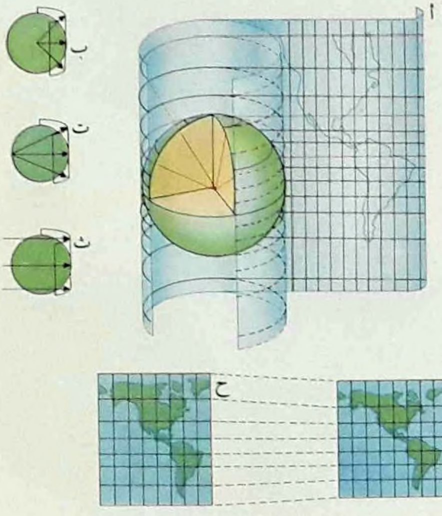
في أواخر القرن الاول للميلاد ، وضع بطليموس الاسكندري كتابه « الجغرافيا » ، وناقش فيه قضية تمثيل شكل الارض الكروي على سطح مستوٍ ، كما تطرّق فيه ايضاً الى مفهومي الطول والعرض (٨) ·

بعد بطليموس ، انتاب الانحطاط فن رسم الخرائط لفترة دامت حتى الحروب الصليبية · ثم أحيا انتشار التجارة الاهتمام بالموضوع ، الى ان قامت نهضة في رسم الخرائط في القرن الخامس عشر على اثر اكتشاف كتاب بطليموس ونشره ونتيجة لرحلات الاستكشاف كرحلتي فسكو دي غاما (١٤٦٩ - ١٥٢٥) وكريستوفر كولمبوس

٣



٤ أ



الطرائق الحديثة لمساعدة رسام الخرائط · تحلق طائرة فوق المنطقة المطلوب رسم خريطتها وتلتقط سلسلة متواصلة من الصور الشمسية · تشمل المنطقة التي تظهر في كل صورة ٦٠ ٪ من المنطقة في الصورة السابقة وهكذا دواليك · يفحص كل زوج من الصور المتجاورة فحصاً مجساميا ، وهو ما يسمح بدراسة تضاريس المنطقة بأبعادها الثلاثة · من الممكن ، بواسطة جهاز بصري ، مقارنة اوضاع النقط المتطابقة على كل صورة وحساب ارتفاع النقطة · بما ان كل شوط لسلسلة من الصور يشمل جانبياً ١٠ ٪ من الشوط السابق ، تكون المنطقة قد صوّرت بكاملها ·

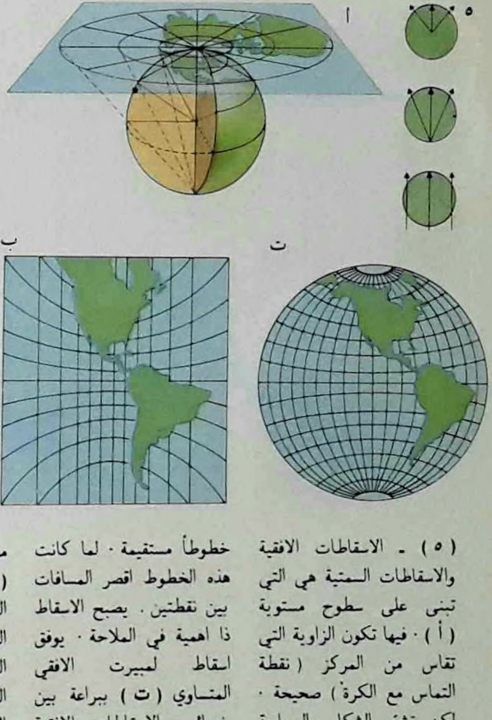
(٤) - اسقاطات الخرائط تركيبات رياضية الغرض منها تمثيل بعض العلاقات المختارة على سطح الارض بأقل ما يمكن من التشويه · تكون بعض الاسقاطات هندسية محضة ، ويمكن اعتبارها اذ ذاك بمثابة اسقاط المتوازيات وخطوط الطول في كرة شفافة على اسطوانة او مخروط او مستوٍ · يبيّن هذا الرسم طريقة الاسقاط الاسطواني (أ) كما يبيّن كيف يمكن الحصول ، بتغيير نقطة الاسقاط ، على نماذج مختلفة من الاسقاطات ، كالاسقاط الاسطواني البسيط (ب) ، والاسطواني المجسّم (ت) والاسطواني المتعامد (ث) · يبنى اسقاط مركاتور (ج) واسقاط ميلر (ح) بطريقة رياضية ·

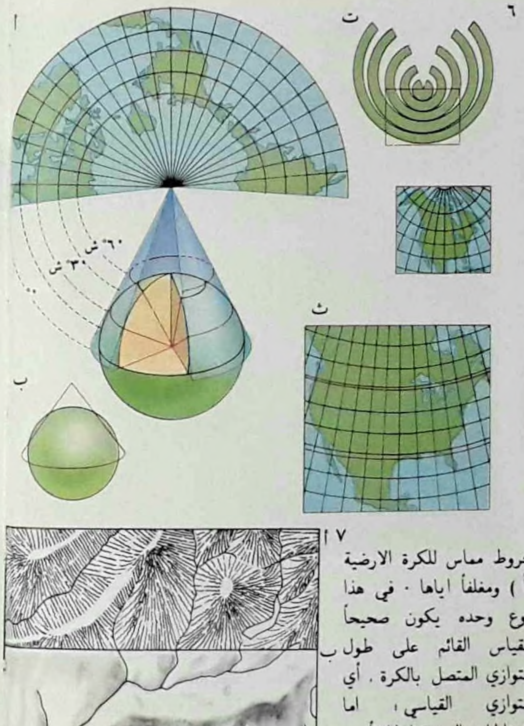
(١٤٥١ - ١٥٠٦) ولاختراع المطبعة واكتشاف فن الحفر · في القرن السادس عشر ، كان حجر الاساس لفن رسم الخرائط الحديث قد وضع بفضل النشاط الذي قامت به مؤسسات نشر الخرائط في هولندا وفرنسا · ولا سيما مؤسسة جرهاردوس مركاتور (١٥١٢ - ١٥٩٤) ·

في منتصف القرن الثامن عشر ، كانت فرنسا البادئة في اجراء اول مسح طوبوغرافي ؛ ومنذ القرن التاسع عشر ، أخذت تظهر خرائط ذات اغراض خاصة او مواضيع معيَّنة ، جاء تنوعها معبراً عن المتطلبات المتخصصة المتزايدة للحياة العصرية ·

رسم الخرائط الحديث

ترسم خرائط المناطق الصغيرة من الارض بالمساحة المسطحة · اما المناطق الواسعة ، فلا بد من رسمها بالجيوديسيا التي تأخذ







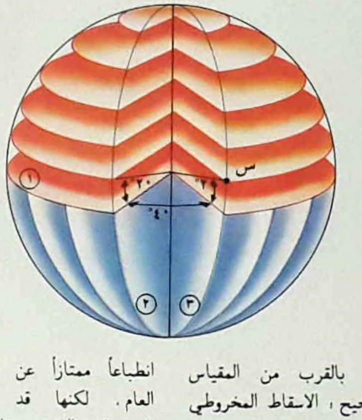
(٥) - الاسقاطات الافقية والاسقاطات السمتية هي التي تبنى على سطوح مستوية (أ) · فيها تكون الزاوية التي تقاس من المركز (نقطة التماس مع الكرة) صحيحة · لكن تشوّه الشكل والمساحة يزداد بازدياد البعد عن المركز · تظهر في الاسقاط المزولي (ب) جميع الدوائر الكبيرة (دوائر المستويات التي تمر في مركز الارض) خطوطاً مستقيمة · لما كانت هذه الخطوط اقصر المسافات بين نقطتين ، يصبح الاسقاط ذا اهمية في الملاحة · يوفق اسقاط لمبيرت الافقي المتساوي (ت) ببراعة بين خصائص الاسقاطات الافقية وخصائص الاسقاطات المتكافئة ·

(٦) - يبنى الاسقاط المخروطي البسيط انطلاقاً من مخروط مماس للكرة الارضية (أ) ومغلفاً اياها · في هذا النوع وحده يكون صحيحاً المقياس القائم على طول المتوازي المتصل بالكرة ، أي المتوازي القياسي ، اما الاسقاطات المبنية انطلاقاً من مخروط قاطع (ب) ، فيكون لها متوازيان قياسيان ، ولمّا كان خطأ المقياس يزداد بالنسبة الى بعده عنهما ، فالقسط الأكبر من الاسقاط

بعين الاعتبار تقوّس سطح الارض · تستخدم ادوات وتقنات منوعة لتحديد موضع التضاريس وارتفاعها وامتدادها ·

قد تكون أشد التغييرات خطورة التي طرأت على فن رسم الخرائط الحديث هي التي سبّبها تطور تقنات المسح الهوائي · فقد اصبح من الممكن اليوم لرسم خرائط دقيقة لمساحات واسعة من الارض ، استعمال الصور الفوتوغرافية الملتقطة بواسطة الاقمار

٨



يتم بالقرب من المقياس الصحيح ، الاسقاط المخروطي المتعدد (ت) ، الذي يبنى رياضياً لجعل جميع المتوازيات قياسية . دقيق جداً في المساحات الصغيرة . لذلك يستعمل في وضع المسلسلات الطوبوغرافية ؛ اما اسقاط ألبر المتساوي (ث) . فهو تعديل للاسقاط المخروطي يحتوي على متوازيين قياسيين ·

---

(٧) - يمكن تمثيل المرتفعات والمنحدرات على خريطة بطرائق عديدة منها الترقين (أ) الذي تتبع فيه الخطوط الدقيقة اتجاه المنحدر الأكبر · تعطي هذه الطريقة انطباعاً ممتازاً عن المنظر العام . لكنها قد تجعل المعلومات الاخرى غامضة · يستعمل تظليل التلال (ب) . وهو تمثيل منظر طبيعي مضاء من جهة واحدة ، اما وحده او مع الالوان · من الممكن الفصل بين الكفافات (ت) بألوان مختلفة ·

---

(٨) - يمكن تعيين موقع أية نقطة من سطح الارض بواسطة احداثياتها ، بالدرجات والدقائق والثواني ، شرقاً او غرباً من خط زوال اساسي او دائرة خط الطول ، وشمالاً او جنوباً من خط الاستواء (١ ، ٢ ، ٣) ·

الاصطناعية او الطائرات فضلاً عن المعطيات المستقاة من المسح الميداني ·

اسقاط الخرائط

من الواضح انه يستحيل تمثيل سطح كرة بدقة على سطح مستوٍ دون تشويه العلاقات بين معالم سطح الكرة · لذلك وضعت طريقة الاسقاط للحد من هذا التشويه · هناك انواع مختلفة من الاسقاط . وتفضيل نوع على آخر متوقف على الغاية من الخريطة ·

اذا كان المقصود من الخريطة تمثيل مناطق صغيرة ، وجب اختيار الاسقاط الذي يبيّن المسافات والزوايا والشكل بأكثر ما يكون من الدقة ، ويُفضّل في هذه الحالة الاسقاط المتطابق · اما اذا كان المقصود من الخريطة تبيان توزّع الاراضي المزروعة في العالم مثلاً ، فيختار عندئذ اسقاط يظهر هذه المناطق بمساحاتها النسبية الصحيحة ، ويدعى هذا النوع الاسقاط المتكافىء او المتساوي ·

لا يُستعمل الاسقاط المتطابق في خرائط العالم الا في حالات خاصة ، لأنه يضخم المناطق القطبية الى حد بعيد · لا يستعمل الملاّحون اسقاط مركاتور . وهو افضل نموذج معروف ، لأن خطوط الاتجاه المستمر تظهر فيه خطوطاً مستقيمة ·

الأساس في صنع أية خريطة هو تحديد الغاية منها · بعد القيام بذلك يجب جمع المعطيات الضرورية ، أكانت معطيات مسحية او صوراً جوية او خرائط موجودة سابقاً او مواد مكتوبة ، ثم تحليلها وتقييمها وتبويبها قبل البدء بأي رسم · توضع تحت تصرف رسام الخرائط جميع تقنات التعبير ·



(١) ـ هذه الدوامات الرائعة من الغيوم ، التي التقط سكايلاب صورتها عام ١٩٧٣ ، هي من فعل الهواء الذي تجتذبه مناطق الضغط المنخفض بالقرب من جزيرة غوادلوب تجاه ساحل كليفورنيا السفلى في المكسيك ·

(٢) ـ لم يكن الانسان يرى « الأرض بدرا » قبل رحلات ابولو · من الممكن هنا (في الرسم) مشاهدة امريكا الشمالية وامريكا الجنوبية وافريقيا . لكن غطاء الغيوم يكاد يحجب اشكال القارات ·

وَجه الأرض

الارض هي السيار الثالث من حيث القرب من الشمس · انها اثقل السيارات الصخرية (السيارات الغازية العملاقة كالمشتري اثقل منها) واشدها كثافة · يوفّر لها مدارها ، الواقع على بعد ١٥٠ مليون كلم عن الشمس ، حرارة ليست محرقة ولا جليدية ، ويخفّف وجود الماء والجو فيها الفرق بين درجات الحرارة القصوى ويجعل الحياة ممكنة عليها ·

عن بعد ، تبدو الأرض اكثر سيارات النظام الشمسي طرافة ، وهذا يعود في الدرجة الاولى الى ان غطاءها الغيمي متحرك ومتغير ، فلا يمنع المراقب البعيد من مشاهدة الأراضي والمحيطات على سطحها · قال نيل أرمسترونغ (١٩٣٠ -) ، اثناء رحلة أبولو ١١ التي قام بها عام ١٩٦٩ ، ان الأرض «تبدو كجوهرة جميلة في الفضاء » · تفوق الارض القمر ضياء الى حد بعيد ، لأنها تعكس ما يقرب من ٤٠٪ من النور الذي تتلقاه ·

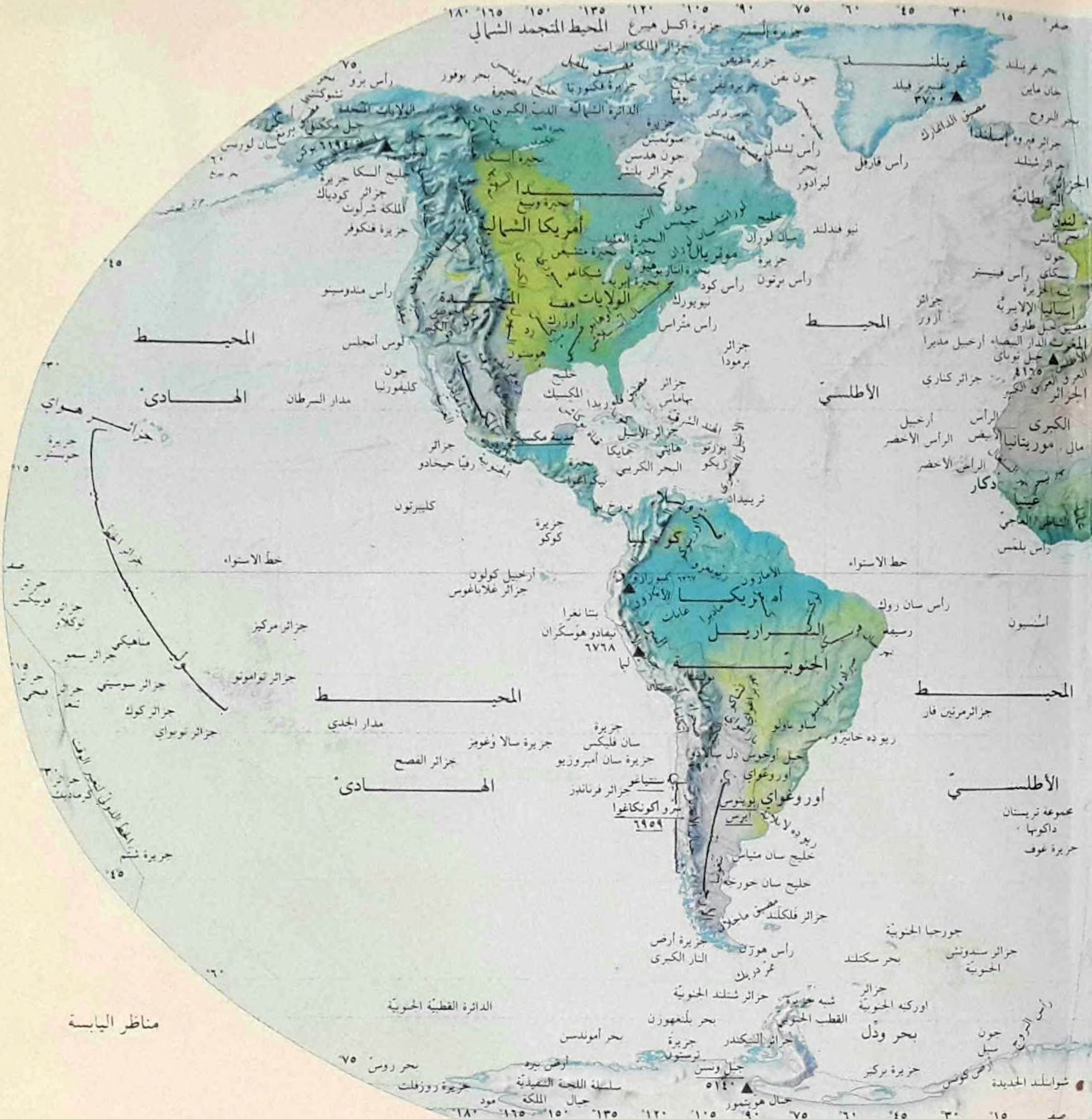


العالم



أشكال ما تحت البحار




المحيط المتجمد الشمالي
غرينلند
كندا
أمريكا الشمالية
الولايات المتحدة
أمريكا الجنوبية
البرازيل
المحيط الهادي
المحيط الأطلسي
خليج المكسيك
البحر الكريبي
خط الاستواء
مدار السرطان
مدار الجدي
الدائرة القطبية الشمالية
الدائرة القطبية الجنوبية
جزائر هواي
جزائر غلاپاغوس
جزائر فلكلند
رأس هورن
بحر ودل
بحر روس
القطب الجنوبي
مناظر اليابسة


غابات مدارية رطبة
أشجار ذات أوراق فصلية
صنوبريات
سهول جرداء ومناطق ألبية
مرتفعات عالية قاحلة
جليد وثلج

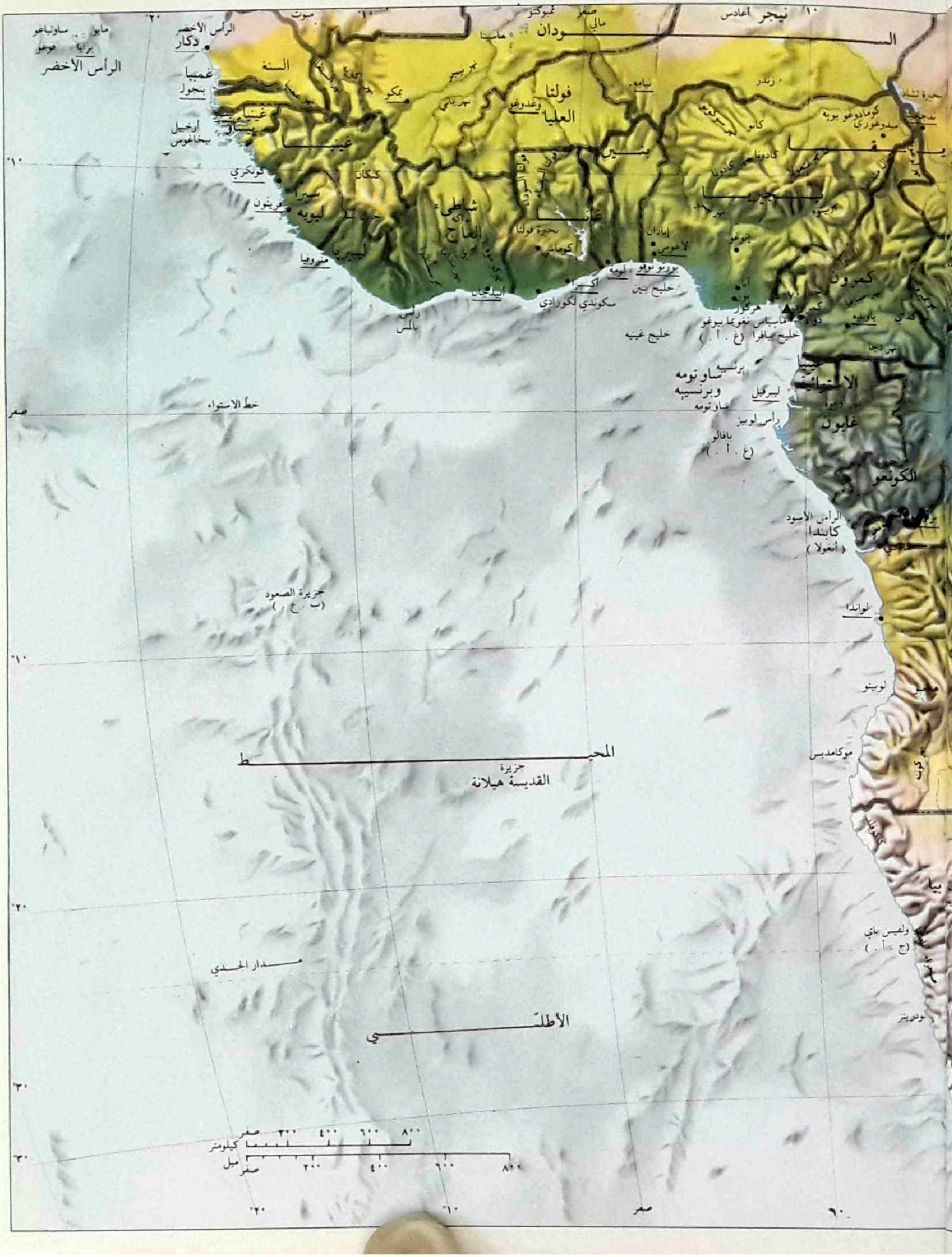


الرأس الشمالي
مورمنسك
البحر الأبيض
أركنجلسك
فنلنده
هلسنكي
ستوكهولم
لنينغراد
تَلِين
ريغا
كلايبيدا
بحر البلطيق
فلنيوس
سمولنسك
موسكو
كالينين
فولوغدا
ياروسلافل
غوركي
قازان
كيروف
بيرم
سفردلوفسك
تشيليابنسك
أومسك
أوفا
كويبيشيف
تولا
بنزا
منسك
بولندا
وارسوفيا
غدانسك
أوريل
كورسك
كييف
فورونيج
سراتوف
أورنبورغ
لفوف
خركوف
دنيبروبتروفسك
زبوروجيه
دونتك
فولغوغراد
استراكان
روستوف على دون
كرسنودار
سبستوبول
أوديسا
كشينيف
هنغاريا
بودابست
بوخارست
بلغراد
بلغاريا
البانيا
اليونان
أثينا
استانبول
أنقره
سمسون
تبليسي
يريفان
باكو
غروزني
بحر آرال
طشقند
البحر الأسود
البحر الأبيض المتوسط
بحر قزوين
سهل سيبريا الغربية
جبال الأورال
الجمهوريات الاشتراكية السوفيتية
قبرص
حلب
سوريا
لبنان
بيروت
دمشق
فلسطين
يافا
القدس
بورسعيد
الإسكندرية
القاهرة
الأردن
بادية الشام
الموصل
بغداد
العراق
البصرة
عبادان
الكويت
طهران
ايران
بنغازي
برقه
ليبيا
الصحراء الغربية
مصر
أسيوط
أسوان
السودان
المنطقة المحايدة
البحرين
المنامة
قطر
الهفوف
الرياض
المملكة العربية السعودية
جدة
مكة المكرمة
الإمارات العربية المتحدة
الربع الخالي
عمان
اليمن الشعبية
صنعاء
خليج عمان



أوروبا وشمالي أفريقيا
المحيط الأطلسي
بحر الشمال
بحر المانش
المملكة المتحدة
لندن
دبلن
باريس
فرنسا
إسبانيا
مدريد
برشلونة
لشبونة
إيطاليا
روما
كورسكا
سردينيه
صقلية
مالطة
مدينة الجزائر
وهران
مضيق جبل طارق
طنجة
الرباط
الدار البيضاء
الجزائر
تونس
طرابلس
موريتانيا
مالي
نيجر
السنغال
الصحراء الغربية
نواكشوط
الرأس الأخضر
داكار
تمنراست
العيون
ريكيافيك
جزائر فيرو
جزائر أزور (البرتغال)
أرخبيل ماديرا (البرتغال)
جزائر الكناري (إسبانيا)
مدار السرطان
بحر النروج
مضيق الدانمرك
الدائرة القطبية الشمالية
رأس فارول
جزائر شتلند
جزائر أوركني
جزائر هبريد
خليج بسكاي
العرق الغربي الكبير
العرق الشرقي الكبير
هضبة تادميت
عرق مرزوق
صفر
كلم
ميل


أفريقيا الجنوبية
المحيط الهندي
السودان
الخرطوم
أم درمان
تشاد
وسط أفريقيا
الكونغو
زائير
أوغندا
كمبالا
كينيا
تنزانيا
زمبيا
لوساكا
روديسيا
بتسوانا
صحراء كلهاري
ناميبيا
جنوبي أفريقيا
دربان
إيست لندن
بورت إليزابيت
رأس الرجاء الصالح
مدغشقر
موزمبيق
مقديشو
ممباسا
دار السلام
جزيرة بمبا
جزيرة زنجبار
جزيرة مافيا
جزائر كومورو
جزائر سيشل
خط الاستواء
مدار الجدي
خليج عدن
عدن
اليمن الجنوبية
صنعاء
المكلا
بحيرة تنغانييكا
كاتنغا
جزيرة موريس
جزيرة ريونيون
جزيرة ترومولين
فورت دوفين
رأس سانت ماري



الرأس الأخضر
دكار
الرأس الأخضر
غمبيا
بنجول
السنغ
أرخبيل
بيخاغوس
غينيا
بيساو
غينيا
كوناكري
سيراليون
فريتون
ليبيريا
منروفيا
شاطىء
العاج
أبيدجان
فولتا
العليا
واغادوغو
غانا
أكرا
سكوندي تكورادي
توغو
لومه
بنين
بورتو نوفو
لاغوس
إبادان
نيجيريا
كمرون
ياوندي
دوالا
خليج بنين
خليج غينيه
خليج بيافرا
ساو تومه
وبرنسيبه
ساو تومه
برنسيبه
ليبرفيل
غابون
رأس لوبيز
الكونغو
الرأس الأسود
كابندا
(أنغولا)
لواندا
لوبيتو
موكامدس
ولفيس باي
خط الاستواء
صفر
جزيرة الصعود
جزيرة
القديسة هيلانة
المحيط
الأطلسي
مدار الجدي
السودان
نيجر
أغادس
مالي
بامكو
نيامه
كانو
كادونا
زندر
بحيرة تشاد
نجامينا
صفر ٢٠٠ ٤٠٠ ٦٠٠ ٨٠٠
كيلومتر
صفر ٢٠٠ ٤٠٠ ٦٠٠ ٨٠٠
ميل

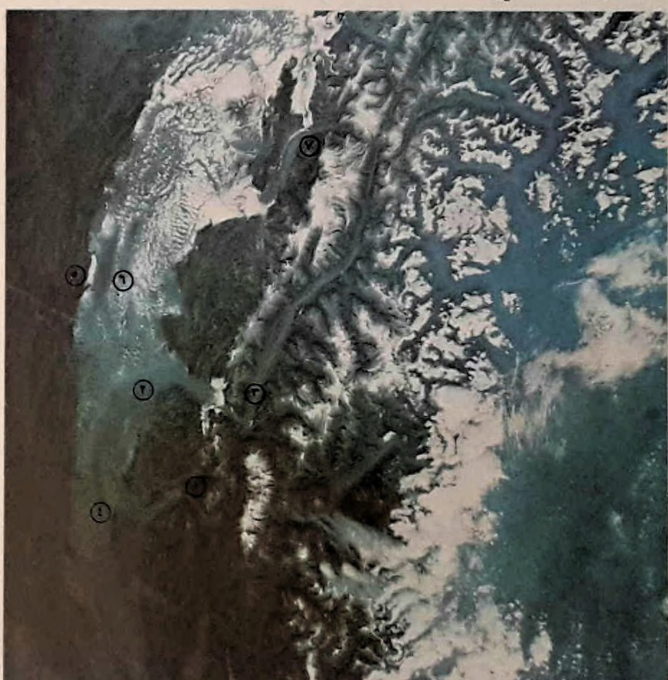
منظر شامل للأرض: أوروبا

اوروبا ثانية القارات الصغرى · يحدها شمالا المحيط المتجمد الشمالي وغربا المحيط الاطلسي وجنوبا البحر المتوسط والبحر الاسود ؛ اما شرقا ، فهي متصلة بآسيا ، وحدودها التقليدية من الجنوب الى الشمال تتتابع على طول جبال القفقاس والبحر القزويني وجبال الاورال ·

يفصل اوروبا الشمالية عن اوروبا الجنوبية خط الطرف الشمالي لجبال البيرينيه ووادي الرون والطرف الشمالي لجبال الألب وجبال الكربات · تتكون اوروبا الشمالية من سهول رسوبية واسعة ومن ترس يعود الى عصر ما قبل الكمبري ومن هضاب من العصر القديم اصابها التأكل · اما اوروبا الجنوبية ، فتتميز بجبال تعود الى عصر الحياة الحديثة (الألب والبيرينيه والكربات) تتوسطها احواض ضيقة ·

يقع الجزء الاكبر من اوروبا في منطقة معتدلة ، بينما تجاور حافة صغيرة منها منطقة القطب الشمالي · تنقسم هذه القارة ، بسبب موقع جبالها ولتفاوت بعد اجزائها عن المحيط الاطلسي ، الى مناطق مناخية ثانوية ، بحرية الى الغرب ، ومتوسطية الى الجنوب ، وبرية الى الشرق ·



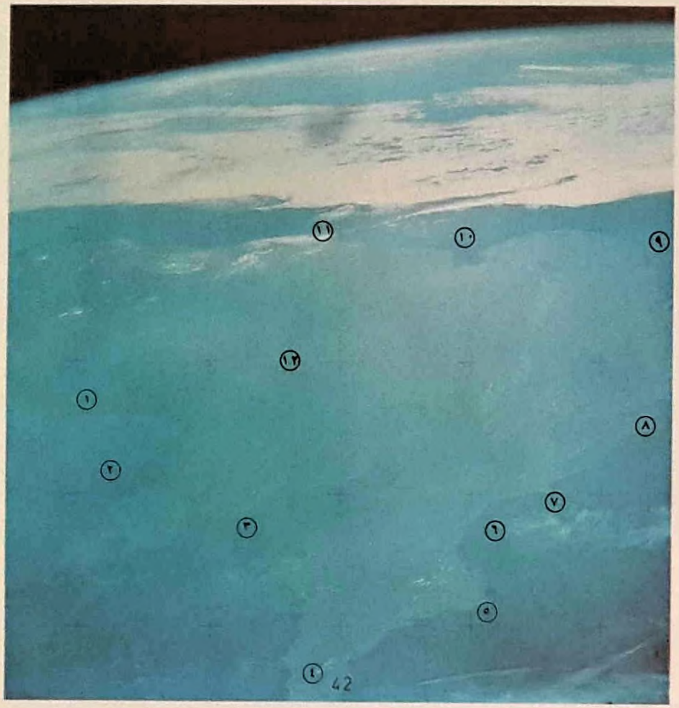


١

(١) ـ الألب ، أعلى جبال اوروبا الغربية ، تمتد على ١٠٠٠ كلم من البحر المتوسط حتى فيينا ، وتشكّل الجزء الغربي من مجموعة جبال ضخمة تمتد حتى اندونيسيا عبر البلقان وجبال حملايا · اعلى قممها الجبل الابيض (١) الذي يرتفع الى ٤٨٠٧ م وهو جزء من النواة الغرانيتية الداخلية التي ارتفعت في بعض الأماكن ولم تتعرض للتأكل · تقع بحيرة جنيف (٢) . التي تفصل وادي الرون الأعلى (٣) عن الاسفل (٤) . في انخفاض بين جبال الألب وسلسلة الجورا (٥) التي انثنت في هذا الموضع انثناء خفيفا على اثر الجيشان الألبي · ترى هنا ايضا بحيرتا نوشاتيل (٦) وتون (٧) ·

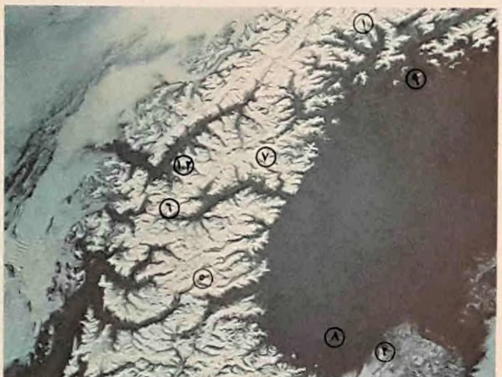
٢

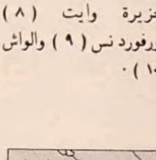




(٢) ـ بريطانيا العظمى وارلنده جزيرتان من رصيف اوروبا القارية الصخري. كانتا جزءا من البر الرئيسي خلال الحقبة الجليدية الاخيرة. ساحل ارلندة في شمال جزيرة انجلزي (١) يكاد لا يرى (في الرسم). لكن جون كرديغن (٢) ومضيق بريستول (٣) وكورنوول (٤) وستارت بوينت (٥) تظهر بوضوح. يتكون كل هذا الجزء من بريطانيا من صخور تعود الى عصر ما قبل الكمبري والعصر القديم. في شرقي الخط الممتد من لايم باي (٦) الى غريمسبي (١١). تنتمي الصخور الى عصر الحياة الوسطى وعصر الحياة الحديثة. وفي شمالي دربي (١٢). الى العصر القديم. من المعالم الاخرى الظاهرة بورتلند بِلْ (٧) وجزيرة وايت (٨) واورفورد نس (٩) والواش (١٠).

٣





(٣) ـ تمتد جبال الألب الغربية من البحر المتوسط (الى اسفل اليمين) حتى جبال ادولا (١). وهي تحيط بوادي نهر بو. نُرى هنا أيضاً الجبال التالية، ارجنتيرا (٢). جبل فيزو (٣). جبل بلفو (٤). فانواز (٥) الجبل الابيض (٦). والجبل الوردي (٧). اهم الانهر في الناحية الايطالية هي نهر بو (٨) ونهر أدا (٩) الذي يخترق بحيرة كومو. ومن ناحية فرنسا انهار دورانس (١٠) وايزار (١١) والرون (١٢).

٤





(٤) – يرى هنا ساحل هولندا من مصبي شيلده والراين (١) الى الجزر الفريزية (٢). كما ترى مدن لاهاي (٣) وروتردام (٤) وامستردام (٥) وبحيرة ايزلمير (٦).

٥





(٥) – يرى هنا جزء من ساحل فرنسا الجنوبي ممتدا من مستنقع فكاريس (١) حتى مدينة تولون (٦). كما ترى الشعبة الرئيسية من دلتا الرون (٢) على مقربة من الأرصفة الكبيرة الحديثة في ميناء مرسيليا - فوس (٣). تصل ارصفة بور دي بو بحيرة برّ (٤) بالبحر المتوسط. يُرى ايضا مكسّر الامواج الاصطناعي (٥) الذي يحمي ميناء مرسيليا الجديدة.



(٦) – بسبب زاوية التصوير، يظهر هنا شكل الحذاء الشهير لأيطاليا الجنوبية (أ) اقصر واثخن مما هو عليه في الواقع . في الجهة الغربية من شبه الجزيرة حتى « اصبع القدم » في كالابريا، تضاريس واضحة تشكّلها سلسلة جبال الابنين . تحدّ خليج نابولي (١) شمالا جزيرة اسكيا وجنوبا جزيرة كابري . يظهر بركان فيزوفيوس بوضوح على مقربة من الشاطىء في قعر الخليج . كما يظهر جبل بوته دوناتو (٢) . في « مشط القدم »، بين الاصبع والعقب، يقع خليج تارنتو، وينتهي العقب برأس سنتا ماريا دي لويكا . بين العقب ومهماز غرغانو (الذي تقع في شماليه بعض البحيرات) تمتد منطقة من الحجر الجيري الناشف هي بوليا . يظهر في هذه الصورة، الملتقطة بأشعة ما تحت الاحمر، ساحل صقلية الشرقي (ب) . ما يزال جبل اتنا، وهو اعلى بركان في اوروبا، ناشطا، كما يدل على ذلك الدخان المتصاعد من فوّهته . لا يمكن ان يكون ارتفاع اتنا المقدّر بـ ٣٣٠٠ م الا تقريبيا، لأنه يتغير مع كل ثوران . تظهر الحمم التي سالت حديثا سوداء، اذا قوبلت بالحمم السابقة الحمراء . « الثآليل » الصغيرة العديدة على جانب البركان هي مخروطات من رماد كوّنتها الفتحات الجانبية . تستكنّ مدينة كتانيا في سفح جبل اتنا على شاطىء البحر، ويمتد وراءها سهل مزروع وحقول مختلفة الألوان ونهر متعرّج . تُرى في اسفل اليسار مدينة اوغسطا يحيط بها مكسّر امواج .

٦
أ





ب



منظر شامل للأرض : أفـريقـيا

افريقيا هي القارة الثالثة من حيث المساحة · انها خالية من الجزر لكنها محاطة بسلسلة من قمم محيطية (ترتفع احداها في البحر الأحمر حتى الشاطىء) . ما عدا من جهة الشمال حيث تتكىء القارة مباشرة على البحر المتوسط والنظام الالبي · جيولوجياً . وحده المغرب (المملكة المغربية والجزائر وتونس) هو من العصر الحديث . بينما تعود بقية القارة الى عصر ما قبل الكمبري . ويفصلها عن المغرب صدع كبير يمتد من أغادير الى قابس · في القاعدة المتموجة جنوبي هذا الصدع احواض كبيرة (نيجر . تشاد . كونغو . كلهاري) تحيط بها هضبات تطل على الساحل · أكثر من نصف القارة يعاني قلة المجاري لتصريف المياه نحو البحر . والانهار الكبيرة (النيل والكونغو والنيجر وزمبيزي) تشق بصعوبة طريقها اليه ·

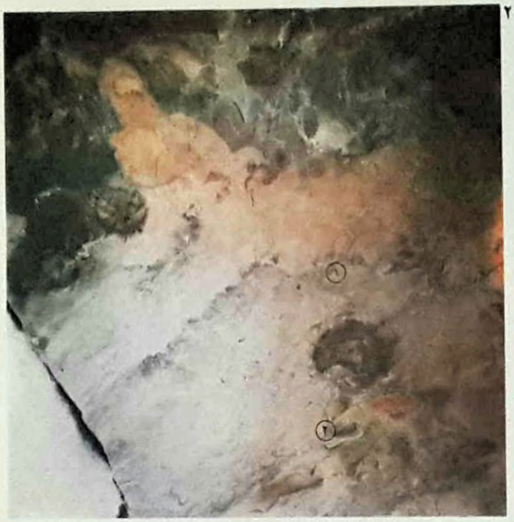
تتوزع القارة مناخياً الى مناطق · ففي الوسط منطقة استوائية تتدرج نحو الشمال ونحو الجنوب الى مناطق مدارية تتميز بفصلها الجاف الذي يزداد طولاً باتجاه القطبين حتى المناطق الصحراوية · مناخ جنوبي أفريقيا بحري حار . بينما مناخ الشاطىء الشمالي متوسطي ·



(١) ـ صحراء نميبيا صخرية في الشمال ورملية في الجنوب · يحد نهر كويسيب (١) بحر الرمال شمالاً · يظهر أيضاً في الرسم نهر سواكوب (٢) · المنطقة الصخرية كناية عن سهب ما يزال محتفظاً بجذور سلسلة جبلية قديمة تعود الى عصر ما قبل الكمبري وما يزال من السهل تتبّع خطوط طياتها · تمتد هذه الصخور وهذه الطيات باتجاه الجنوب الغربي ، وتتوقف عند حافة الرصيف القارّي ، ثم تعود فتظهر مجدداً في أمريكا الجنوبية ، وهذا ما يشكّل برهاناً قاطعاً على انجراف القارات · الصخور غرانيتية وصوانية ورخامية ، ويشكل الرخام قمما بيضاء (٣) · تلاحظ ايضاً بقايا من الصخور القاعدية (٤) · هذه البقايا وقمم الرخام غنية بالمعادن · يكوّن تراكم الرمال على طول الشاطىء باتجاه الشمال كثباناً رملية كثيراً ما تتخللها اهوار (٥) · يحيط كثيب رمل ضخم خليج ولفيس (٦) ، وتظهر مدينة ولفيس باي (٧) كبقعة زرقاء في الرسم ·

٢





(٢) ـ يرى هنا الترس الافريقي العاري في جنوبي غربي افريقيا ، البقع المستديرة تظهر بوضوح هي جبال من الغرانيت معروفة بأسم انزلبرغ · يظهر أيضاً نهران متقطعان (١) ، (٢) · تجعل خط الشاطىء بارزاً حافة البحر الأزرق ·

٣





(٣) ـ تفصل سلسلة واحات النيل الصحراء الليبية (في مقدمة الصورة) عن الصحراء العربيّة (في خلفيّتها) · الى ما وراء هذه السلسلة ، يقع البحر الأحمر وخليجا السويس والعقبة وشبه جزيرة سيناء · كان فيضان النيل في الماضي يوزع كل سنة على الواحات ٥٥ مليون طن من الغرين الخصب ، غير أن سد أسوان الجديد (١) ، الذي أصبح الآن يحتبس كميات كبيرة من هذا التراب في بحيرة عبد الناصر ، سيعوّض عن هذه الخسارة بما أخذ يتحقق بفضله من مشاريع للري ولانتاج الطاقة عليها يقوم الازدهار الزراعي والصناعي في البلاد ·



٤



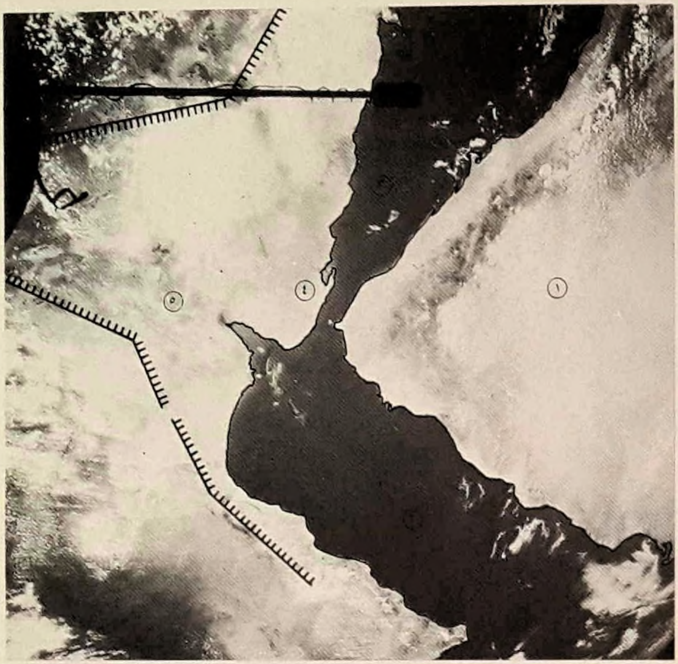
(٤) – حيث يجري النيل . يعم الخصب والخضار . وحيث لا تصل مياهه . فهناك الصحراء . تنطلق سلسلة الواحات على طول وادي النيل من جنوبي القاهرة (١) (الى اليمين) وتنتشر شمالاً في دلتا غنية بالرواسب الغرينية . هنا ينشطر النهر الى فرعين



نيل الرشد (٢) ونيل دمياط (٣).

في مقدمة الدلتا ، تكثر الاهوار الواسعة والهضبات الرملية القاحلة . بين الاسكندرية (٤) والقاهرة حقول واسعة ومشاريع حديثة للريّ . تمتد قناة السويس من بور سعيد (٥) الى مدينة السويس (٦) . وتصل بين النيل والاسماعيلية (٧) قطعة مستطيلة من الأرض مكسوة بالنباتات .

٥





(٥) ـ تحركت الجزيرة العربية (١) ودارت مبتعدة عن أفريقيا ، فاتحة خليج عدن (٢) والبحر الأحمر (٣) . يشكل مضيق باب المندب (٤) اتصالاً ثلاثياً بين ثلاثة محاور مروحية ، خليج عدن الذي يتصل بخطقمم كارلسبرغ في المحيط الهندي ، ومحور البحر الأحمر الذي يمتد حتى البحر الميت ، ومثلث عفار (٥) المتصل بصدع أفريقيا الشرقية .



٦



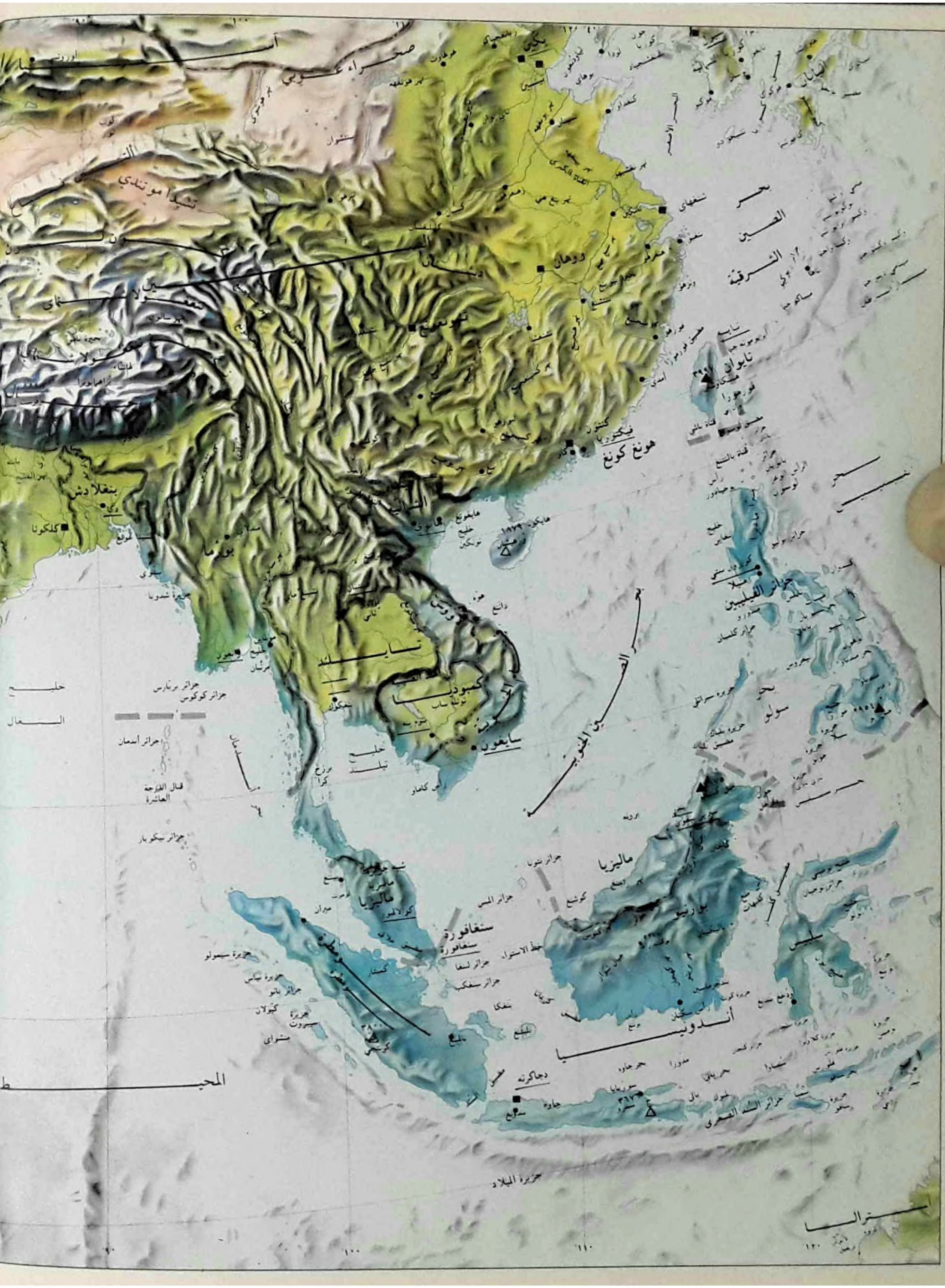
(٦) ـ تقع بحيرة تشاد على تخوم بلاد التشاد والنيجر ونيجيريا والكمرون . انها مركز لشبكة داخلية لتصريف المياه ليس لها منفذ الى البحر . رافدها الرئيسي نهر شاري وطوله ١٢٠٠ كلم . وهو يجري اليها من الجنوب ، بينما يأتيها نهر بحر الغزال المتقطع بمياه الأمطار النادرة من شمالي الصحراء الكبرى . نسبة التبخر المرتفعة والتقلبات الفصلية الكبيرة في هطول الأمطار تجعل مساحة البحيرة متغيرة ، ولذلك لا ترى لها حدود واضحة على الخرائط . انها بحيرة ضحلة . ينخفض معدل مستوى سطحها ١,٢٥ متراً كل سنة .

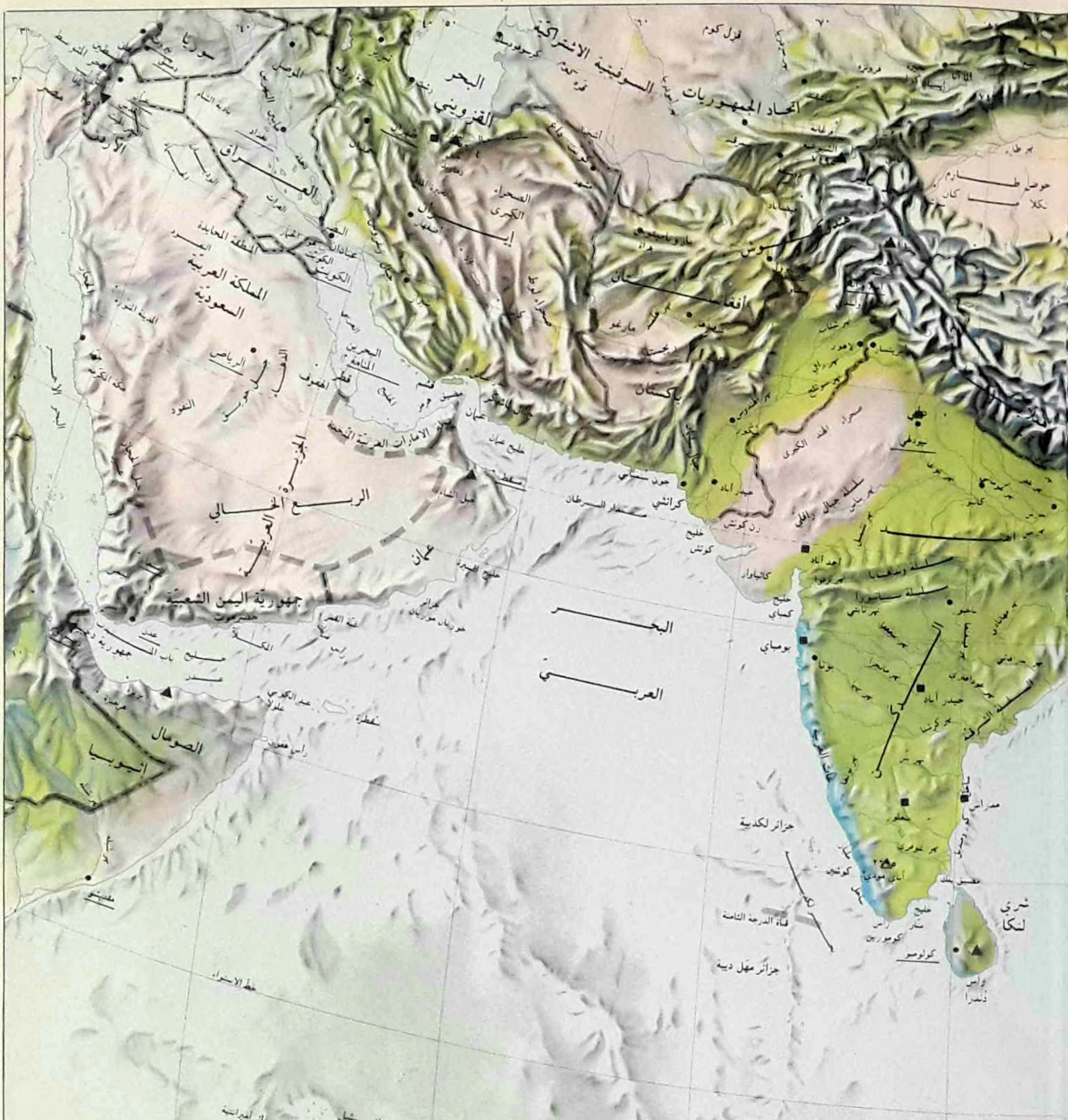


آسيا الشمالية
بحر بيرينغ
المحيط المتجمّد
القطب الشمالي
الولايات المتحدة
بحر تشوكتشي
جزيرة فرانجل
جزائر بريبيلوف
الأرض الشمالية
شبه جزيرة تيمير
سهل سيبيريا الشمالية
بحر أوخوتسك
بحر اليابان
طوكيو
البحر الأصفر
بحر الصين الشرقية
شنغهاي
منغوليا
صحراء غوبي



غرينلند
اسلندا
بحر غرينلند
جان ماين
سفالبارد
المحيط الأطلسي
بحر النروج
الدائرة القطبية الشمالية
بحر بارنتس
بحر كارا
ارض فرانسوا جوزيف
بحر البلطيق
فنلندا
السويد
النروج
ارخنجلسك
جبال اورال
البحر الأسود
البحر القزويني
هضبة اوست أورت
بحر أرال
كزاخستان
تركستان
تركيا
سوريا
العراق
ايران
تكلا ماكان


صحراء غوبي
بكين
ووهان
بحر الصين الشرقية
شنغهاي
تايوان
هونغ كونغ
بنغلادش
كلكوتا
بورما
تايلند
كمبوديا
سايغون
خليج البنغال
جزائر أندمان
جزائر نيكوبار
خليج تيلند
بحر الصين الجنوبي
بحر سولو
جزائر الفيليبين
ماليزيا
سنغافورة
بورنيو
أندونيسيا
دجاكرته
المحيط
جزيرة الميلاد
استراليا



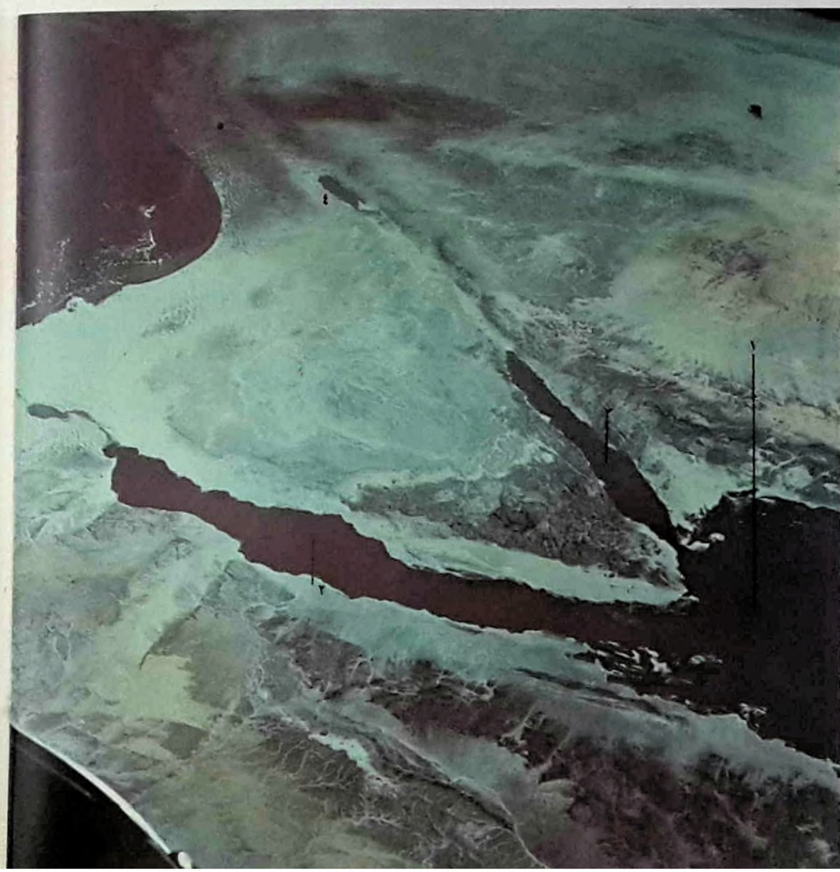
آسيا الجنوبية
اتحاد الجمهوريات السوفيتية الاشتراكية
البحر القزويني
العراق
الموصل
بغداد
الكويت
المملكة العربية السعودية
الرياض
النفود
الدهناء
الهفوف
الربع الخالي
البحرين
المنامة
قطر
الإمارات العربية المتحدة
خليج عمان
مسقط
عمان
جهورية اليمن الشعبية
حضرموت
عدن
خليج عدن
الصومال
اثيوبيا
سقطرة
البحر العربي
الصحراء الكبرى
ايران
افغانستان
باكستان
كراتشي
حيدر أباد
صحراء الهند الكبرى
دلهي
أحمد أباد
خليج كمباي
بومباي
بونا
حيدر أباد
مدراس
جزائر لكديبة
قناة الدرجة الثامنة
جزائر مهل ديبة
كولومبو
شري لنكا
خط الاستواء
جزائر سيشل
جزائر الميرانتية
جزائر الدبرا
كوسمولدو
جزائر فركهار
رأس العنبر
دييغو غرسيا
مدغشقر
المحيط الهندي
كلم
كيلومتر
ميل
٢٠٠
٤٠٠
٦٠٠
٨٠٠

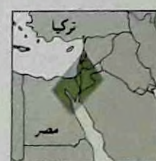
منظر شامل للأرض : آسيا

آسيا أوسع القارات السبع مساحة · على مقربة من الطرف الشرقي والجنوبي الشرقي من هذه القارة ،سلسلة من الجزر التي تكثر فيها الزلازل والبراكين ؛ اندونيسيا ، الفيليبيين ريوكيو ، اليابان ، كوريل · تشكّل جبال حملايا صلة الوصل بين الهند وآسيا الحقيقية · كذلك تشكل الجزيرة العربية ، من الناحية الجيولوجية ، جزءاً من افريقيا لا من آسيا · تحيط في بعض الأماكن الجبال الحديثة التكوين (القفقاس ، الحملايا ، زغروس ، تيان شان وألتاي) بهضاب كالأناضول والهضبة الايرانية والتيبت ، كما تحيط ايضاً بقلب آسيا الجيولوجي ، وهو الترس السيبيري الممتد تحت منغوليا وتحت قسم كبير من الصين ·

في آسيا ، أربع مناطق مناخية كبيرة : المتوسطية والصحراوية والبرّية والموسمية · يقتصر المناخ المتوسطي على بقعة صغيرة هي تركيا والشرق الاوسط · يسود المناخ البرّي سيبيريا ومنغوليا والتيبت وهو يتميّز بفصول شتاء قارسة البرد ·

يمتد المناخ الصحراوي من الجزيرة العربية الى باكستان · اما المناخ الموسمي ، فيمتد من الهند الى اليابان ·





(١) ـ البحر الأحمر (١) صدع كبير على سطح الأرض يفصل بين آسيا وافريقيا ، كوّنه تمدد قاع البحر · في الشمال ينقسم الى فرعين ، خليج السويس (٢) الذي يتبع اتجاه البحر الأحمر والذي تقع في طرفه الداخلي قناة السويس والبحيرة المرّة الكبرى ، وخليج العقبة (٣) الذي هو النهاية الجنوبية لشق كبير آخر يمر في البحر الميت (٤) وبحيرة طبريّا (٥) · سيناء هي شبه جزيرة بين خليجي السويس والعقبة ·



٢



(٢) ـ سلاسل جبال حملايا العالية ترتفع فوق سهل الاندوس والغانج (١) . كتمندو (٢) هي عاصمة النيبال . يُرى جبل انابورنا (٣) (٨٠٧٨ م) مشرفا على وادي نهر غنداك العميق . تمر الحدود الفاصلة بين التيبت والنيبال في رأس الوادي على طول منطقة الاتصال الضيقة المغطاة بالثلوج . الوادي الأوسط الكبير في التيبت هو وادي نهر براهما بوترا الاعلى . يجري هذا النهر الى اليسار باتجاه الأفق . ثم يعبر جبال حملايا حتى يلتقي بسهل الاندوس والغانج . تقع مدينة لهاسا عند رقم (٤) . يبلغ ارتفاع جبل افرست (٥) . وهو اعلى جبل في العالم ٨٨٤٨ متراً .

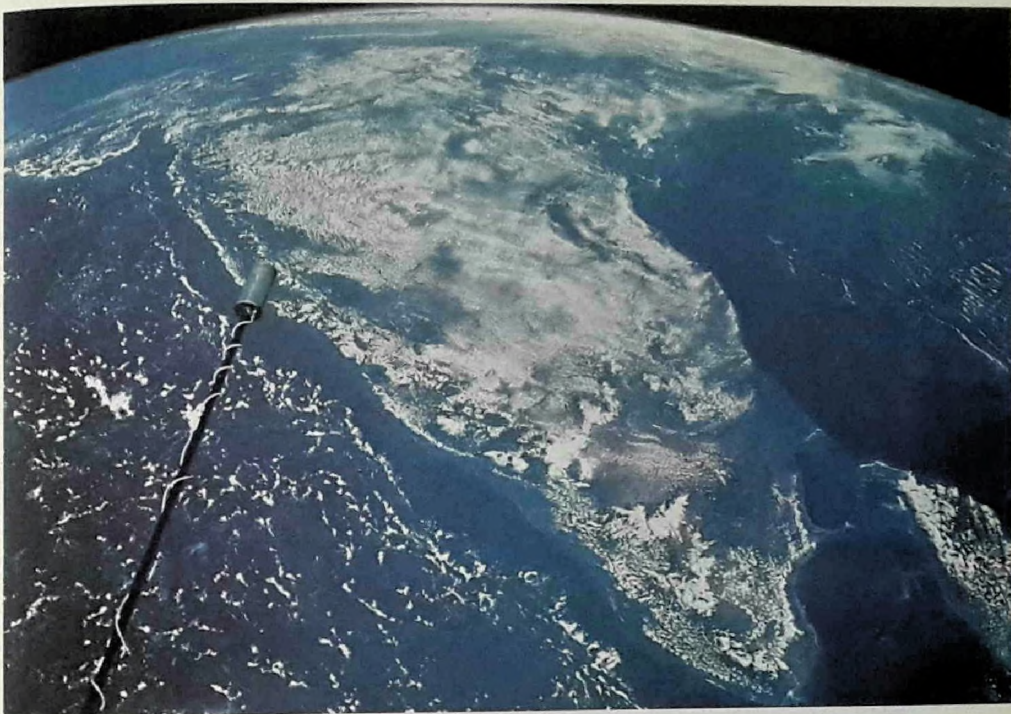


٣



(٣) ـ بحيرتا نيريز (١) وتشك (٢) في جبال زاغروس الايرانية هما عادة جافّتان ، في ما عدا الفترات التي تعقب الأمطار النادرة أو في الربيع عند ذوبان الثلوج على الجبال . يغذي البحيرتين نهر كور (٣) وتظهر فيهما بوضوح الرواسب الملحية . دُفعت الأراضي التي تُرى في أعلى الصورة الى ما فوق الأراضي التي تُرى في اسفلها وفقا لخط الدفع (س ص) . ويُرى الى اليسار (و ي) صدع عادي . كما تُرى ايضا طيّة محدّبة متآكلة (٤) وقبّة (٥) . البقع السوداء (٦) براكين هامدة .

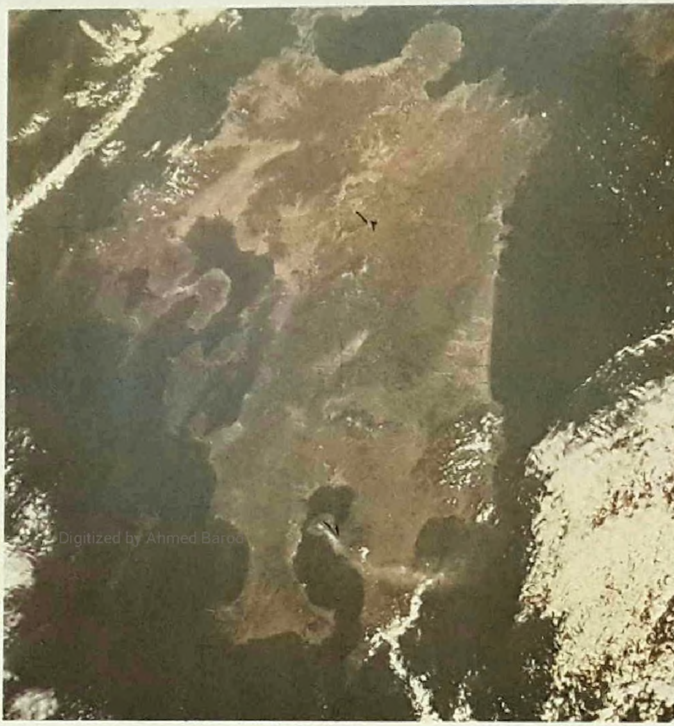
٤





(٤) – لصورة شبه القارة الـهـنـدية هذه ، الـتـي التقطتها المركبة الفضائية جيميني ٩ على ارتفاع ٧٤٠ كلم . منظور خاص سببه اتساع زاوية العدسة . الـفرجة فـي الـطرف الشمالي للساحل الغربي هي خليج كمباي . وتقع الغات الغربية الى اليسار . وتـشـكـل هـضـبـة دكّا البازلتية المنطقة القائمة الى اعلى اليسار . تظهر بوضوح ضحالة المضيق الفاصل بين شري لنكا والبّر الرئيسي . النهر والدلتا اللذان يريان في الشمال هما كولرون . كما تُرى في شماليّ خليج البنغال دلتا نهر الغانج الفسيحة . في الأفق تغطي الغيوم جبال حملايا .

٥





(٥) ـ اليابان كناية عن أرخبيل يحيط ببحر اليابان الضحل من ناحيته الشرقية . على ساحل اليابان من جهة المحيط الهادىء ، يغوص قاع البحر حتى خنادق ريوكيو واليابان التي هي جزء من النظام التكتوني الواحد مع الأقواس الجزائرية الأخرى . كجزر الهند الشرقية واندونيسيا . في هذه الصورة لجزيرة كيوشو . يظهر النشاط التكتوني في تصاعد الدخان من بركان ساكورا جيما (١) . آسوسان (٢) هي أوسع فوّهة لبركان ناشط في العالم .

٦



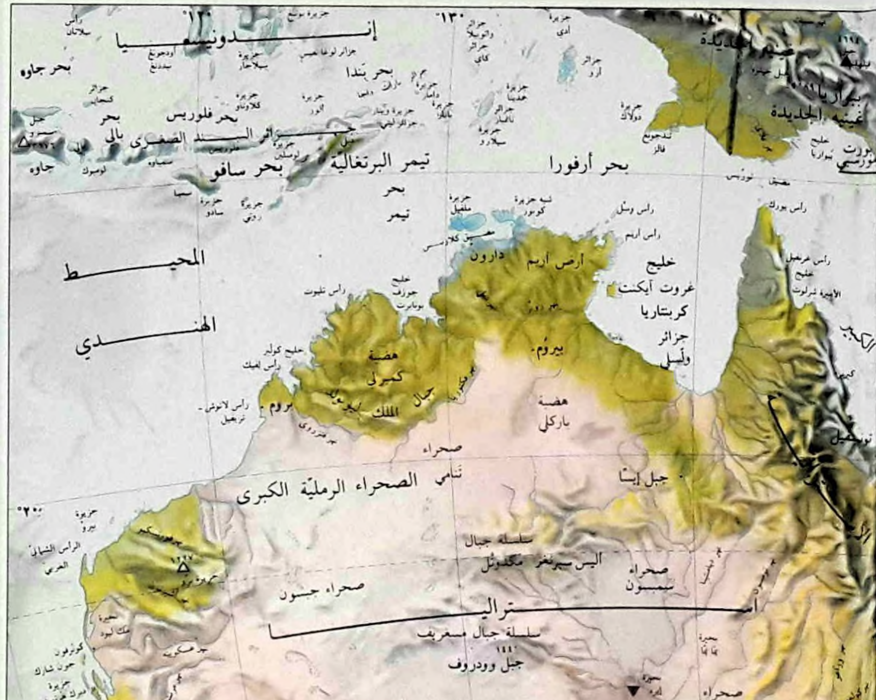


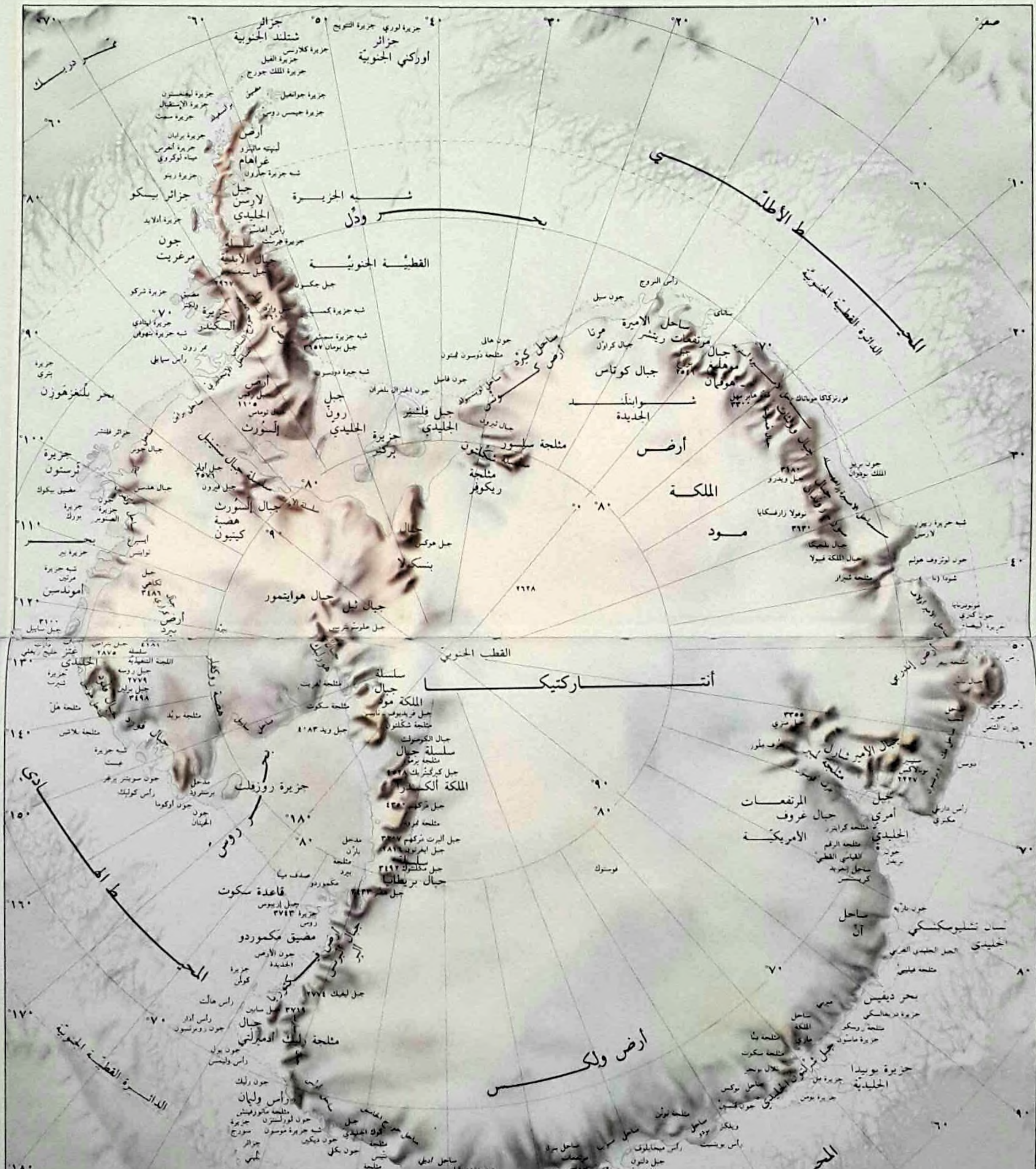
(٦) ـ يعود تعقد الخط الساحلي في جنوبي شرقي الصين الى طغيان البحر على أثر انخفاض التربة خلال ملايين السنين الأخيرة . ما تبقّى من الهضبات الصغيرة المدوّرة مكوّن أساساً من الغرانيت والحمم . تظهر بوضوح جزيرة هاينان . اما الكتلة الأرضية الى اليمين . فهي جزيرة تايوان . التيار الازرق القاتم المتجه نحو الشمال عبر المضيق هو فرع من « التيار الأسود » المدعو كوروشيو الذي يدفّىء المناخات المحلية .

أستراليا



جزائر سليمان البريطانية
جزائر سليمان
هونيارا
بحر سليمان
بوغنفيل
جزائر مالوم
هبريدا الجديدة
هيبريدا الجديدة
بحر المرجان
كدلونية الجديدة
نوميا
جزائر نورفولك
بحر تسمان
زيلندة الجديدة
أوكلند
الجزيرة الشمالية
الجزيرة الجنوبية
ولنغتون
كريستشرتش
برزبين
كنبرا
تسمانيا


إندونيسيا
بحر جاوه
بحر فلوريس
بحر بندا
بالي
جزائر السند الصغرى
بحر سافو
تيمور البرتغالية
بحر أرفورا
بحر تيمور
غينيه الجديدة
المحيط الهندي
خليج كربنتاريا
غروت آيلنت
جزائر ولسلي
دارون
أرض آرنهم
هضبة كمبرلي
جبال الملك ليوبولد
بروم
بيروم
هضبة باركلي
صحراء تنامي
الصحراء الرملية الكبرى
جبل إيسا
سلسلة جبال مكدونل
ألِس سبرنغز
صحراء سمبسون
صحراء جبسون
استراليا
سلسلة جبال مسغريف
جبل وودروف
صحراء فيكتوريا الكبرى
صحراء ستُرت
سهل نولربور
كلغوري
جبال دارلنغ
بيرث
أدلايد
جون استراليا الكبير
كم ٢٠٠ ٤٠٠ ٦٠٠
كيلومتر
ميل ٢٠٠ ٤٠٠ ٦٠٠
ميل
١١٠°
١٢٠°
١٣٠°
١٤٠°
٢٠°
٣٠°
٤٠°



بحر ودل
المحيط الأطلنطي
الدائرة القطبية الجنوبية
أرض الملكة مود
شواينلد الجديدة
أنتاركتيكا
القطب الجنوبي
أرض ولكس
المحيط الهندي
المحيط الهادي
بحر روس
جزيرة روزفلت
قاعدة سكوت
مضيق مكموردو
سلسلة جبال الملكة الكسندرا
جبال هوايتمور
جبال الأمير شارل
المرتفعات الأمريكية
بحر بلنغزهوزن
جزائر شتلند الجنوبية
جزائر اوركني الجنوبية
شبه الجزيرة القطبية الجنوبية
أرض غراهام
جزائر بسكو
جون مرغريت
جزيرة ثرستون
بحر أموندسن
بحر ديفيس
جزيرة بوبيدا الجليدية
جبال السورت
هضبة كيتبون
جبال بنسكولا
أرض كوتس
جبال كوتس
مثلجة ريكوفر
جبل فلشنير الجليدي
جزيرة بركنر
مثلجة سلسور

أنتركتيكا

منظر شامل للأرض : المحيط الهادئ

المحيط الهادىء أوسع المحيطات . وتبلغ مساحته ١٦٥ مليون كلم٢ . وشكله مستدير تقريباً . وتحيط به من جهات ثلاث استراليا وآسيا وأمريكا . وهو يتصل بالمحيط الهندي على مساحة واسعة الى الجنوب من استراليا ، وعلى مساحة ضيقة عبر ارخبيل انذونيسيا ، كما يتصل بالمحيط الاطلسي على مساحة أضيق عبر ممر دريك . وله من جهة الشمال ممر ضيق جداً الى المحيط المتجمد الشمالي عبر مضيق بيرنغ ·

هيدروغرافية المحيط الهادىء بسيطة نسبياً · ففي نصف الكرة الأرضية الشمالي ، تشكل التيارات المائية حلقة تدور كعقارب الساعة . تسير أولاً بفعل الرياح الشمالية الشرقية باتجاه جزر الفيليبين . ثم تتحول نحو اليابان قبل أن تندفع الى ألسكا ، ثم تنثني نزولاً عبر شواطىء كليفورنيا حتى تصل الى نقطة انطلاقها في التيار الاستوائي الشمالي · يعوّض عن قاع المحيط الجديد الناشىء عن التمدد القاعي انخفاض قاعي في خنادق تمتد من زيلندة الجديدة حتى ألسكا ومن امريكا الوسطى حتى تشيلي · يحيط بهذه الخنادق حزام من البراكين الناشطة حول المحيط الهادىء ·

١





٢



(٢) ـ يمتد هذا القسم من الساحل الجنوبي لولاية فيكتوريا باستراليا من جيلونغ (١) حتى رأس ولسن (٥) . يفصل مضيق باس (٤) البر الاسترالي الرئيسي عن تسمانيا . تقع ملبورن (٣) في آخر جون بورت فيليب (٢) .



(١) ـ كثير من جزر المحيط الهادىء المدارية ، كجزر توامونو مثلاً ، جزر مرجانية . وهي حلقية الشكل تحيط بأهوار ضحلة . ترتفع الجزر المرجانية من اعماق سحيقة ، مع أن المرجان المكونة منه لا يستطيع النمو في اعماق تربو على ٤٥ م . كان البحارة الأوائل يعتقدون أن الجزر المرجانية خلقتها العناية الالهية لتكون ملاجىء للملاّحين . كذلك اعتقد بعض علماء الطبيعة انها قائمة على حافات فوهات بركانية . في عام ١٨٣٧ ، جاء شارل دارون بفكرة تقول أن الجزر المرجانية كانت في أول الأمر جزراً بركانية انهار قاع البحر تحتها فغاصت تحت المياه ، لكن المرجان استمر ينمو باتجاه السطح .



٣



(٣) ـ جزيرة زيلندة الجديدة الشمالية منطقة من أصل بركاني جزئياً ، وكان الماوريون (السكان الأصليون) يسمونها « الجزيرة الداخنة » . جبل اغمونت الذي يرتفع الى ٢٥٢٠ م هو بركان متماثل ، مع أن عدة مخروطات ثانوية تغشي جوانبه . لقد حفر التأكل المائي اخاديد شعاعية عديدة حول فوّهاته . يُرى بوضوح الحد الفاصل بين خبث البركان والصخور التي يتكون منها هذا البركان وبين الحقول المزروعة التي تحيط به .



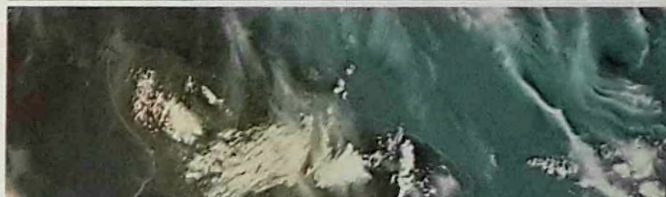
(٤) ـ تصح تسمية المحيط الهادئ «نصف الكرة المحيطي» . فبالرغم من انتشار الجزر الكثيرة عليه (زيلندا الجديدة . غينيا الجديدة . بورنيو . سخالين . اليابان) لا تشكل الارض بالنسبة الى مساحته الا جزءا يسيرا . والمحيط الهادئ هو الجزء المتبقي من المحيط الاولي العالمي .

٤



٥





(٥) ـ هاواي أكبر جزيرة في الارخبيل الذي يحمل أسمها . وقد تكونت من اندماج بركانين هما موناكيا (١) وارتفاعه ٤٢٠٠ م ومونا لوا (٢) وارتفاعه ٤١٦٠ م . تقع قاعدة موناكيا في قاع البحر على عمق ٥٥٠٠ م ، فهو اذن اعلى جبل في العالم . اذ يفوق الفرق بين قاعدته وقمته ارتفاع جبل افرست . انه بركان هامد . ولربما كان خامداً . اما مونا لوا ، فيعتبر أكثر البراكين نشاطاً في العالم . تقع أكثر فوّهاته نشاطاً ، وهي كيلاويا (٣) ، على جانبه الجنوبي الشرقي . يبلغ المحيط الخارجي لحافّة فوّهته المنهارة ١٣ كلم وفي قاع هذه الفوّهة داخـــلـــية تدعى هاليماوماو .

٦



٧





(٦) ـ يفصل مضيق كوك ، المسمى هكذا نسبة الى الرائد جيمس كوك ، جزيرتي زيلندة الجديدة الشمالية والجنوبية. ترى هنا العاصمة ولنغتون (١) وكذلك مدينة كريستشيرش (٢) . الثلوج تغطي سلسلة جبال تاراروا (٣) وجبال الألب (٤) الجنوبية . يلاحظ في الجنوب انحناء الارض .

(٧) ـ جزيرة نيوزيلندة الجنوبية مكوّنة من جبال تعود الى العصر الجيولوجي الحديث هي جبال الألب الجنوبية التي ارتفعت نتيجة لاصطدام وقع بين صفيحة المحيط الهادىء القشرية الى الشرق (اليسار) وبين الصفيحة الاسترالية الى الغرب . التقطت المركبة الفضائية سكايلاب ٤ هذه الصورة حيث ترى مدينة كريستشيرش (٢) من فوق مضيق كوك (١) .

٨





(٨) ـ الجبال الجليدية التي تنفصل عن طبقة الجليد الكبيرة في منطقة القطب الشمالي تتجه نحو الشمال الشرقي وتشكل خطراً على الملاحة . في المحيط الهادىء . قد تصل الى ٤١ من خطوط العرض الجنوبية قبل أن تذوب . تربو سماكة بعضها على **٦٠٠ متر** .

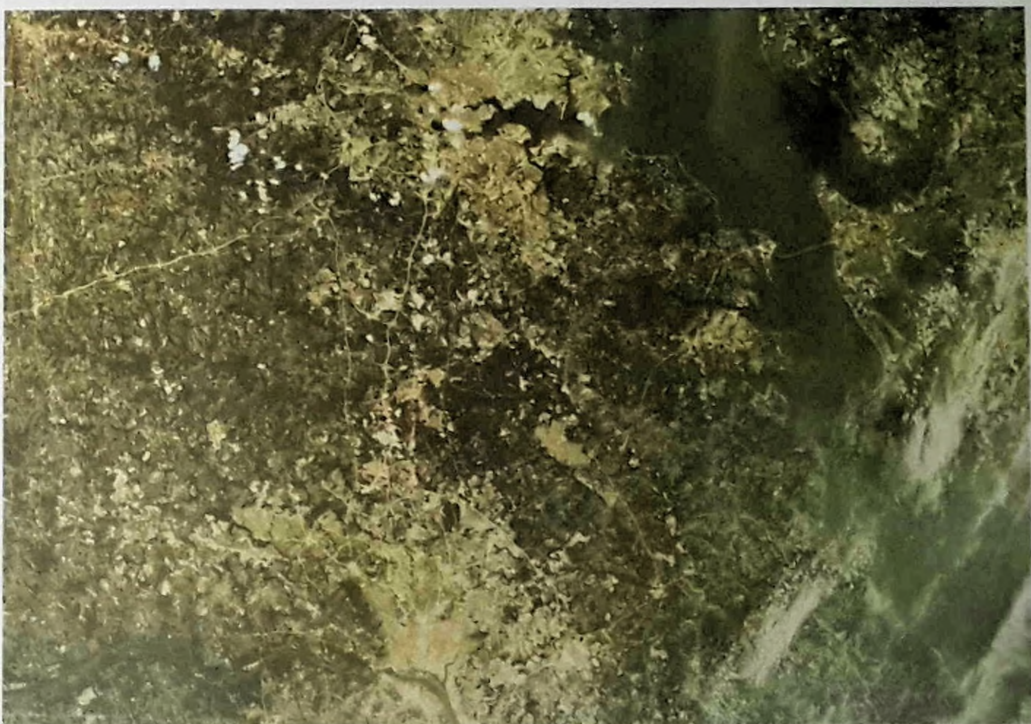

أمريكا الشمالية
المحيط
المتجمد الشمالي
القطب الشمالي
بحر سيبريا الجديدة
الاتحاد السوفيتي
بحر تشوتشكي
مضيق بيرنغ
بحر بيرنغ
بحر بوفور
جزائر الملكة اليزابت
غرينلند
ايسلندا
بحر النروج
المحيط الأطلسي
خليج هدسون
كندا
أمريكا الشمالية
الولايات المتحدة
ادمونتون
مونتريال
تورونتو
بوسطن
نيويورك
فيلادلفيا
واشنطن
ديترويت
شيكاغو
كليفلند
ملووكي
سان فرنسيسكو
لوس انجلوس
كنساس سيتي
دالاس
هيوستون
نيو اورليانز
سان انطونيو
خليج مكسيكو
المكسيك
مكسيكو
كوبا
جزائر بهاماس
جزائر الهند الغربية
جمهورية الدومينيك
جامايكا
جزائر الأنتيل الكبرى
البحر الكاريبي
هندوراس
غواتيمالا
سلفادور
نيكاراغوا
كوستاريكا
منطقة الكنال
كولومبيا
كراكس
المحيط الهادي
مدار السرطان
كلم
ميل

منظر شامل للأرض : أمريكا الشمالية

تمتد أمريكا الشمالية من ١٥° الى ٨٣° من العرض الشمالي، اي من مضيق تِهونتيبيك في المكسيك الى منطقة القطب المتجمد الشمالي. تسود هذه المنطقة الجغرافية الواسعة جميع انواع المناخات تقريبا: المناخ القطبي في الشمال؛ مناخ ما تحت القطب الشمالي في مناطق التندرة والغابات الصنوبرية؛ المناخ المعتدل؛ مناخ المرتفعات العالية في جبال روكي وسيازا؛ مناخ الصحارى المدارية في اريزونا ونيو مكسيكو وشمالي المكسيك؛ المناخ المداري في فلوريدا وجنوبي المكسيك.

تتكون نواة هذه القارة من أساس من الغرانيت والنايس يعود الى عصر ما قبل الكمبري، تغطيه طبقة افقية من الرواسب في سهول الغرب الاوسط، ثم تنحسر عنه في شمالي البحيرات الكبرى ونهر سان لوران فيبرز على السطح بشكل ترس هو الترس الكندي. في غربي هذا الأساس، ادّت ثنيات جيولوجية حديثة الى تكوين الجبال الصخرية الممتدة من ألسكا الى شرقي المكسيك. تقوم غربي هذه الجبال سلال جبلية احدث منها عهدا، ما تزال مواضع تصدّعات وطيّات وثورانات بركانية. في شرقي هذا الأساس جبال الأبلاش، وهي سلسلة قديمة كثيرة التأكل.

١



(٣) ـ خليج هدسن بحر داخلي واسع تبلغ مساحته ١٢٣٠٢٥٠ كلم^2. لكنه لا يصلح للملاحة الا طيلة ثلاثة اشهر فقط من السنة بسبب الجليد. المنطقة التي ترى هنا هي ساحل ألتاريو ومانيتوبا. هذا الخليج ضحل. يشكّل قاعه ترس أمريكا الشمالية البرّي. على غرار البحر البلطيقي. نشأ هذا البحر من تجمع المياه في انخفاض احدثه ثقل الجليد في العصر الجليدي. لكن قعره آخذ الآن بالارتفاع.



٢





(٢) ـ تشغل البحيرات الكبرى، وهي اكبر خزان للماء العذب في العالم، منخفضات حفرتها صفائح الجليد في العصر الجليدي الرابع. يمكن للسفن الكبرى الابحار في مياه نهر سان لوران حتى ديولث على البحيرة العليا.

٣





(٤) ـ يسد الجليد خليج سان لوران في الشتاء. الجزيرة المستطيلة هي انتيكوستي. الى الشمال، يقع برّ كيبيك الرئيسي. الساحل المتدير الى الجنوب هو شبه جزيرة غسبه.



(١) ـ تظهر في صورة جون تشيزابيك هذه، التي التقطتها السفينة الفضائية سكايلاب، مدينتا واشنطن (الى تحت) وبلتيمور (الى فوق). في اسفل الصورة، يبدو نهر بوتوماك الذي يجري بين واشنطن والكسندريا. ترى ايضا بوضوح الطرقات المحيطة بواشنطن وبلتيمور وكذلك الطريق الرئيسية رقم ٩٥ التي تصل بين المدينتين، كما يرى جسر الطريق رقم ٥٠ عبر جون تشيزابيك. تقع الاكاديمية البحرية للولايات المتحدة في أنابوليس جنوبي الجسر من جهة واشنطن. تساعد اشكال الظلال في الجون على دراسة الترسب وحركات السير.

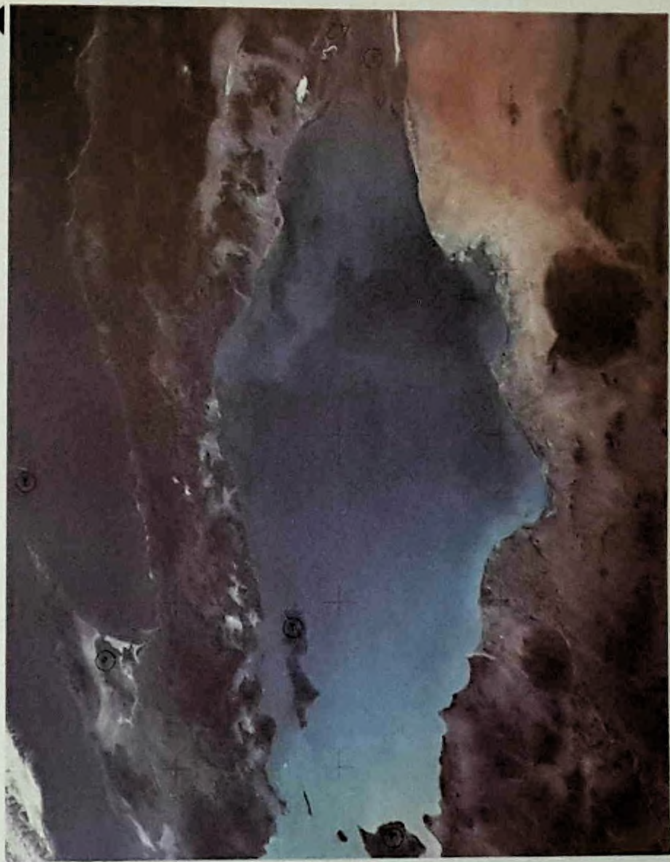
٤





(٥)ـ كانت شبه جزيرة كليفورنيا السفلى جزءا من بر المكسيك الرئيسي قبل ان تنحرف ٤٨٠ كلم نحو الشمال الغربي مكوّنة بذلك خليج كليفورنيا . نتيجة لهذا الانحراف ايضا . انشطرت كليفورنيا على طول صدع سان اندرياس انطلاقا من نقطة قريبة من مصب نهر كولورادو (١) . ترى ايضا بوضوح جزر انجل دي لاغواردا (٢) وتيبورون (٣) . كما ترى جزيرة سدروس (٤) تجاه جون سيبستيان فزكنينو . عند مؤخرة هذا الجون . بحيرتان ضحلتان اوسعهما بحيرة سكامون (٥) التي تؤمها كل سنة حيتان كليفورنيا الرمادية لتتزاوج فيها وتتكاثر .

٥





(٦)ـ صدع سان اندرياس شق عظيم في القشرة الارضية . يمتد على مسافة ٤٣٥ كلم من آخر مضيق كليفورنيا حتى نقطة تقع شمالي فرنسيسكو . كانت تحركات هذا الصدع سببا لزلزال سان فرنسيسكو عام ١٩٠٦ . يظهر في هذه الصورة . التي التقطها سكايلاب (س ص) . موازيا من الجهة الشرقية لوادي نهر سالينا الخصب . الى الغرب . يُرى جون مونتري بوضوح . المساحة الفسيحة المرقطة في الشرق هي الوادي الاوسط .

٦



٧



(٧) ـ يتألف ساحل لويزيانا الموحل من جون (١) ونهر اتشافاليا (٢) الذي هو رافد ثانوي من روافد الميسيسيبي. ومن جزر وحلية صغيرة على مقربة من الدلتا. كجزر دارنيار وجزيرة مارش (٣) تجاه جون فرميليون (٤). البحيرة البيضاء (٥) هي ايضا احد المعالم الواضحة. خطّا الدخان ناجمان عن نيران آبار البترول التي تمتد على ٣٢٠ كلم على طول الخليج.



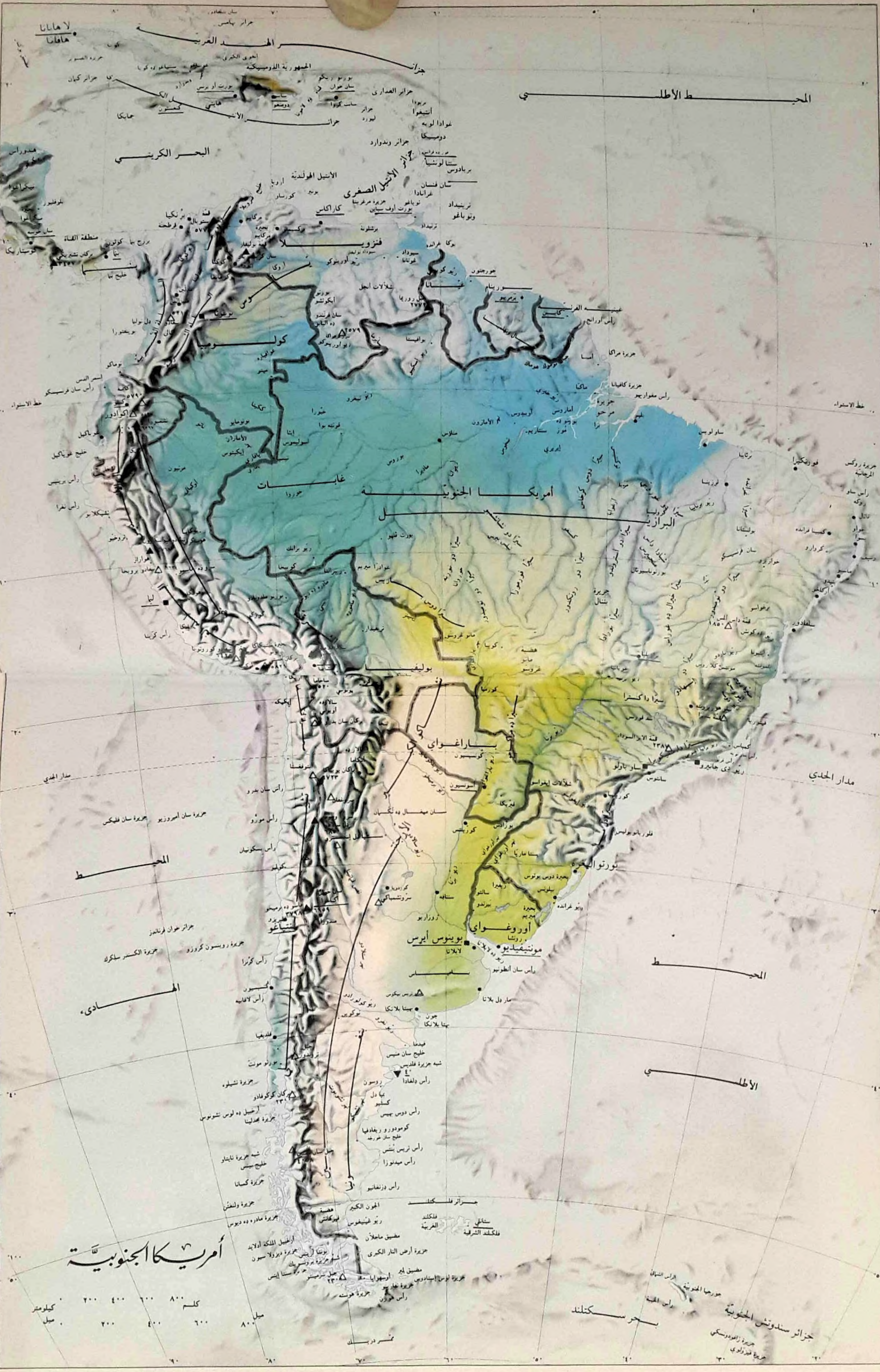
٨



(٨) ـ تبدو مضائق فلوريدا التي يمر عبرها الغولف ستريم منطقة زرقاء قاتمة بين ساحل بهاماس (الى اسفل اليمين) وشبه جزيرة فلوريدا. تتألف جزر البهاماس، التي لا يظهر منها هنا الا جزيرة اندروس (١). تماما كما تتألف صخور شاطىء فلوريدا (٢). من ترسّبات مرجانية واشنية. ترى ايضا ايفرغليدز (٣) وميامي (٤) وكاب



كانافيرال ومركز جون كندي الفضائي (٥) وبحيرة اوكيتشوبي (٦) وجون تمبا (٧).


أمريكا الجنوبية
جزائر الهند الغربية
المحيط الأطلسي
البحر الكريبي
جزائر الأنتيل الصغرى
الجمهورية الدومنيكية
هايتي
جامايكا
ترينيداد وتوباغو
باربادوس
كاراكاس
فنزويلا
كولومبيا
بوغوتا
بنما
إكوادور
غيانا
سورينام
غيانة الفرنسية
خط الاستواء
غابات
الأمازون
ماناوس
البرازيل
بيرو
ليما
بوليفيا
باراغواي
أسونسيون
مدار الجدي
ريو دي جانيرو
ساو باولو
سلفادور
أوروغواي
مونتيفيديو
بوينوس أيرس
سنتياغو
المحيط الهادي
المحيط الأطلسي
جزائر فلكلند
بحر سكتلند
جزائر سندويتش الجنوبية
جورجيا الجنوبية
كلم
كيلومتر
ميل

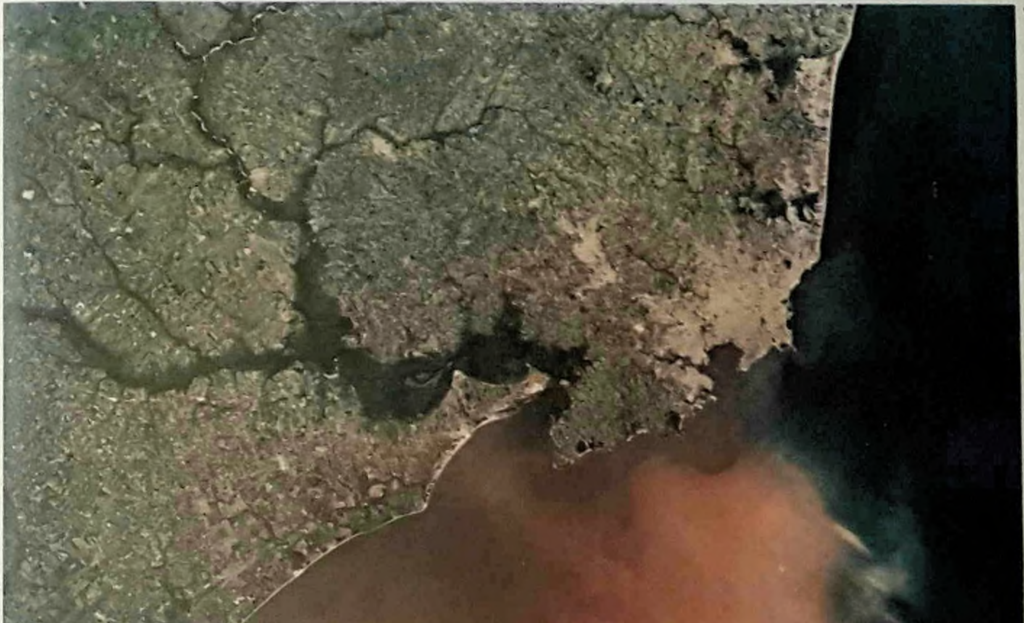
منظر شامل للأرض : أمريكا الجنوبيّة

بنية امريكا الجنوبية شبيهة ، في كثير من النواحي ، ببنية امريكا الشمالية ، تمتد فيها على طول شاطىء المحيط الهادىء جبال حديثة العهد ، هي جبال انديس . وتقوم في الشرق مرتفعات قديمة ومتآكلة ، هي مرتفعات غويانا والهضبة البرازيلية . تحيط جبال الأنديس والمرتفعات الشرقية بأحواض رسوبية فسيحة ترويها انهار كبيرة كأنهار اورينوكو والأمازون وتوكانتنز وسان فرنسيسكو والاورغواي وبارانيا . اكثر من ٩٠ ٪ من مياه هذه الانهار يصبّ في المحيط الاطلسي . يعود عدم توازن المياه بين الساحلين الشرقي والغربي في الدرجة الاولى الى ان الساحل الانديسي يتلقى كميات ضئيلة من مياه الامطار بين ٥° و ٣٥° من العرض الجنوبي .

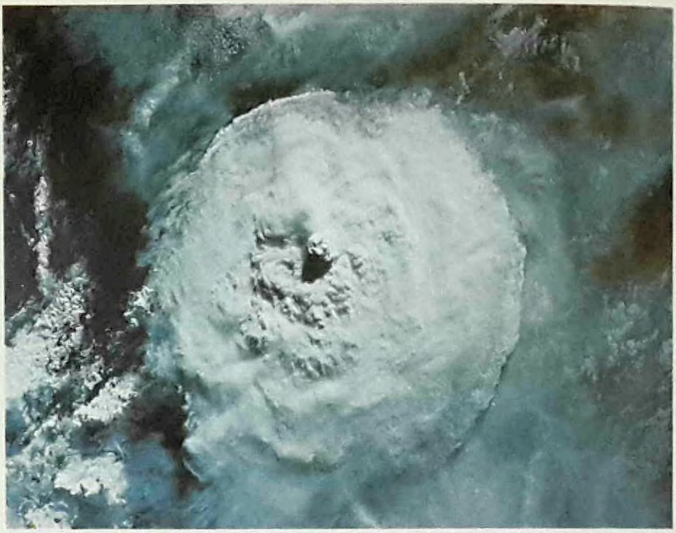
جبال الانديس حديثة العهد ، وهي ما تزال في ذروة نشاطها . جاء تغضنها نتيجة لانضغاط منطقتها بين الصفيحتين القطبيتين الجنوبيتين لأمريكا والمحيط الهادىء الشرقي المتحركة احداهما باتجاه الاخرى .

المناخ في الشمال وفي حوض الامازون استوائي ؛ وهو مداري في جنوبي هذا الحوض ومعتدل في جنوبي البرازيل .

١



٢





(٢) ـ تبدو الأعاصير كأكثر معالم الجو بروزا عندما ينظر اليها من الجو، كما في هذه الصورة التي التقطها ابولو. يتعرض الارخبيل الكريبي الى ما يقرب من اثني عشر اعصارا في السنة. الأعاصير هي انخفاضات مدارية تكون تدرجات الضغط فيها شديدة الانحدار.

٣





(١) ـ هذه المساحة الكبيرة من الماء المحمرّ هي نهر ريو دي لابلاتا، بين الاوروغواي والارجنتين، الذي يصب في المحيط الاطلسي الجنوبي. من المرجّح ان تكون البقعة الحمراء كناية عن رواسب تجري نحو البحر. مونتيفيديو هي المنطقة الفاتحة اللون المحيطة بالجون العميق الذي عنده يتغيّر اتجاه الساحل، الى الغرب. يصب نهر سنتا لوتشيا في ريو دي لابلاتا، وهو اكبر شبكة تصريف للمياه في المنطقة. الجزيرة الصغيرة عند مصبّه هي جزيرة النمر. الشواطىء البيضاء وكثبان الرمل تُرى على طول الساحل، كما تُرى الطرقات الرئيسية والمناطق السكنية. الأشكال المستطيلة الخضراء والرمادية حقول مزروعة تعطي صورة عن نماذج الزراعة المحلية.



(٣) ـ يقع خليج فنزويلا بين شبه جزيرة غواخيرا (١) وشبه جزيرة برغوانا (٢). وتقع مدينة ماراكايبو على القناة التي تصل ما بين الخليج وبحيرة ماراكايبو (٣).

٤





(٤) ـ اورينوكو اكبر نهر في فنزويلا، وهو يتعرج في طريقه الى البحر. على مقربة من منبعه، تصله بنهر ريو نيغرو قناة طبيعية اسمها كاسيكياره.

٥





(٥) ـ التقطت هذه الصورة عن ارتفاع كبير فوق جبال الانديس باتجاه الجنوب. وهي تبيّن شكل هذه الجبال وبنيتها الأساسيين. يروي المحيط الاطلسي (١) سفح السلسلة الغربية (٢) التي يُرى بعض قممها مغطى بالثلوج. تتألف هذه السلسلة من رواسب تعود الى عصر الحياة الوسطى. وفيها براكين عديدة، بعضها ناشط على طول خطوط التصدع الموازية لمحور السلسلة. الى شرقي السلسلة الغربية. منطقة وسطى. والى الشمال، جبال عالية متغضّنة تسمى السلسلة الوسطى (٣). الى الجنوب. تغوص السلسلة تحت هضبة عالية تملؤها الركام هي الانتيبلانو (٤) وهو اخدود اي انخفاض تحده صدوع. تصبّ بحيرة تيتيكاكا (٥) في بحيرة بوبو المالحة (لا ترى هنا) التي تصبّ بدورها في بحيرتي كويباسا واويوني (٦) المالحتين. يلاحظ ايضا الانقسام بين المياه التي تجري نحو الانتيبلانو والمياه التي تجري باتجاه حوض الامازون.

٦



٧





(٦) – يبيّن اتجاه الحواجز الرملية (١) على طول هذا الجزء من شاطىء البيرو انجراف تيار همبولت نحو الشمال. تحول برودة التيار دون هطول الامطار على الساحل. والمناطق الفاتحة اللون (٢) هي صحارى. تمتد بموازاة الساحل. السلسلة السوداء (٣) البركانية الاصل والسلسلة البيضاء (٥) التي تغطيها الثلوج. مدينة يونغاي (٤) في وادي ريو سانتو زالت من الوجود عام ١٩٧٠، نتيجة لانهيال ارضي سبّبه زلزال، مما ادى الى مقتل ما يقرب من ٢٥٠٠٠ نسمة.

(٧) – يمتد القسم الشرقي من مضيق ماجلان على رأس العذارى (١) وراء مدينة بونتا ارينـاس (٢) وجون يوزلس (٣) حتى رأس فروارد (٤). تفصل بين ارض النار (٥) وجزيرة نافارينو (٦) قناة بيغل.



٨



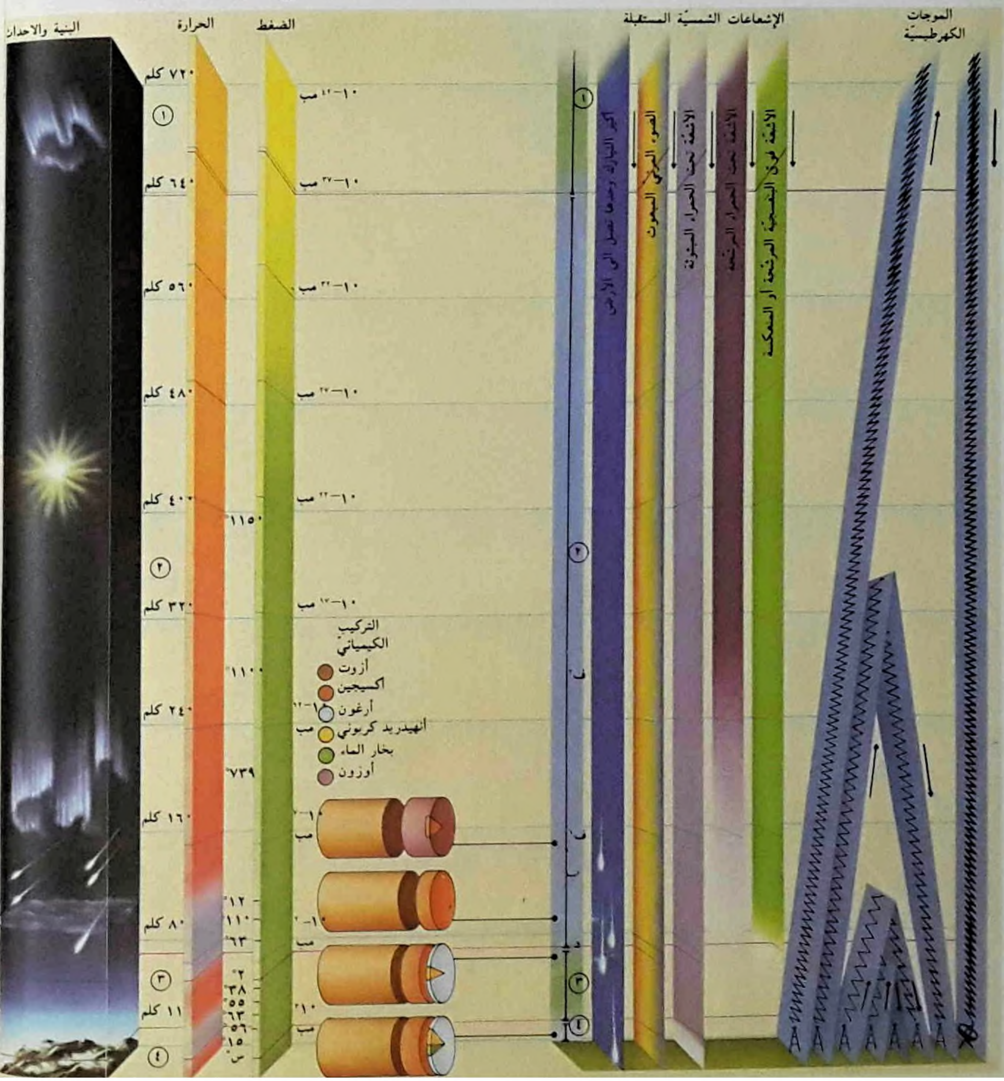
(٨) – يظهر في هذه المنطقة من الانديس بين تشيلي والارجنتين شكل للوديان طريف. لقد حفر هذه الوديان ذوبان المثلجات الذي خلّف وراءه طبقات من الركام الجليدي.



الجوّ

أصل الجو مرتبط بلا ريب ارتباطا وثيقا بأصل الارض. فعندما كانت الارض ما تزال كتلة منصهرة، كان يحيط بها على الارجح جو فسيح من الغازات الكونية التي تشتتت فيما بعد تدريجيا في الفضاء؛ وعندما بدأت الارض تكتسب قشرة صلبة حول نواتها المنصهرة، اخذت الغازات، كثاني اكسيد الكربون والأزوت وبخار الماء، تتحرر ببطء، مكوّنة جواً لم يكن تركيبه يختلف كثيرا عن تركيب الغازات التي تنطلق اليوم من البراكين؛ من المرجح ان تكون البرودة اللاحقة قد أدّت الى هطول امطار غزيرة من بخار الماء، حتى غدا يشكل اليوم اقل من ٤٪ من حجم الجو؛ وفي مرحلة متأخرة،

١



اخذ يتجمع في الجو الاكسيجين الذي كانت النباتات الخضراء تفرزه (٦).

الحرارة من أسفل

الجو متجانس في تركيبه تماما حتى ارتفاع ٥٠ كلم تقريبا (١)، اذ انه يحتوي. في هذه الطبقة، على مزيج واحد من الغازات ثم ان هذا المزيج (٥) تضغطه الجاذبية. فيصبح على أشد درجات الكثافة والضغط على مقربة من سطح الارض.

تسمح الغازات الاساسية التي يتألف منها الجو للاشعة الشمسية باختراقها ولا تصدّها. لحسن الحظ. تقوم الكمية الضئيلة من الاوزون. الذي تشتد كثافته على ارتفاع ٢٤ كلم ويصبح وفيرا على ارتفاع ٥٠ كلم. بامتصاص معظم الاشعة فوق البنفسجية المضرّة بالحياة على الارض. فضلا عن ذلك. لا تمتص طبقة سطح الارض الصلبة الا ما يقرب

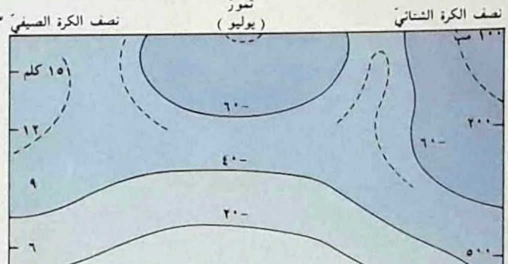
---

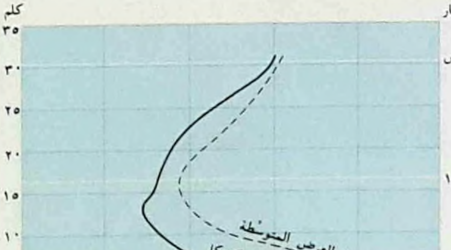
(١) - تتنوع خصائص الجو تنوعا مذهلاً مع الارتفاع. فكثافة الهواء والضغط المرافق لها يكونان على اشدهما قريبا من سطح الارض بسبب جاذبيتها. كذلك يهبط الضغط البالغ ١٠٠٠ مليبار (مب) تقريبا على مستوى سطح البحر الى الصفر (10^{-42} مب) على ارتفاع ٧٢٠ كلم. الحرارة ايضا تتغير مع الارتفاع. فترتفع وتنخفض وفقا للطبقات. لكنها تتزايد كثيرا باتجاه الفضاء الخارجي. مزيج الغازات ذاته فيه تغيرات. فضلا عن تسرّب بخار الماء اليه في المستويات السفلى. عموما. يمكن تمييز أربع طبقات جوية كبيرة: الاكزوسفير (١)، وهي منطقة متخلخلة فوق ٤٠٠ كلم مع نسب مختلفة من الاكسيجين والهيليوم والهيدروجين. وفيها تظهر أعلى الاشفاق؛ الايونوسفير (٢)، حيث توجد الجسيمات المشحونة (ايونات وإلكترونات). وهي طبقة عميقة متوسطة بين الميزوسفير والثرموسفير تنقسم بدورها الى اربع طبقات ثانوية (ف ١، ف ٢، ب، د)، وتؤثر ايوناتها الكثيفة تأثيراً ملحوظاً على الموجات الكهرطيسية (فالموجات ذات التردد العالي جدا تنكسر. أما الموجات القصيرة فتنعكس)؛ الستراتوسفير (٣)، وهي تحتوي على كميات من الاوزون ضئيلة لكنها حيوية اذ ان الاوزون يمتص الاشعاعات الشمسية الضارة؛ اما التروبوسفير (٤) فتحتوي على معظم الجو. وهي تشكل مع الطبقات الخارجية الاخرى درعا تقي الارض من الجسيمات والاشعاعات. تأخذ الحرارة فيها بالهبوط حتى تخومها العليا.

(٢) - تميل الحرارة الجوية الى الانخفاض باطراد مع ازدياد الارتفاع وخط العرض حتى تبلغ مستوى في الجوّ يسمى التروبوبوز يقع على ارتفاع ٩ كلم تقريبا عند القطبين و ١٨ عند المدارين.

(٣) - تنخفض رطوبة التروبوسفير مع ازدياد الارتفاع. فبامكان الهواء الحار ان يحتوي من الماء اكثر مما يحتويه الهواء البارد. لذلك يحتوي الجو الحار في المناطق المتوسطة العرض من بخار الماء اكثر مما يحتويه الهواء البارد في المنطقة القطبية الجنوبية.

٢ نصف الكرة الشتائيّ



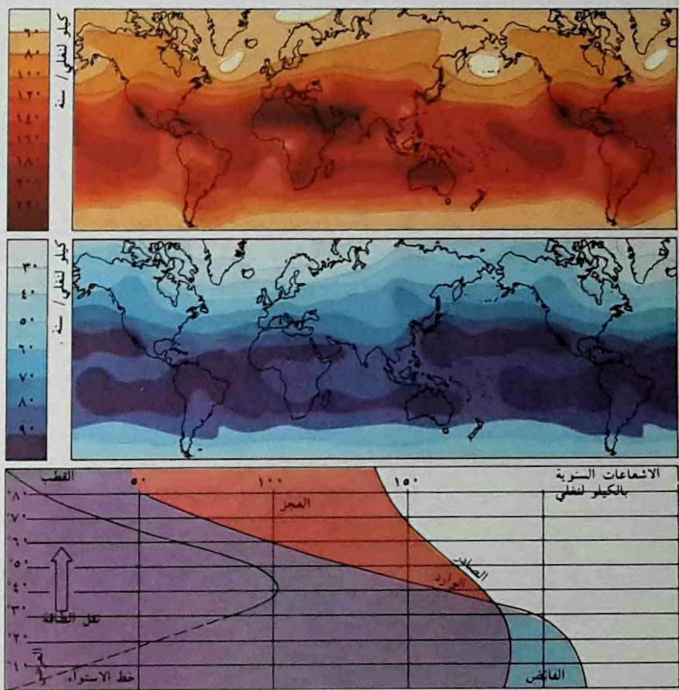


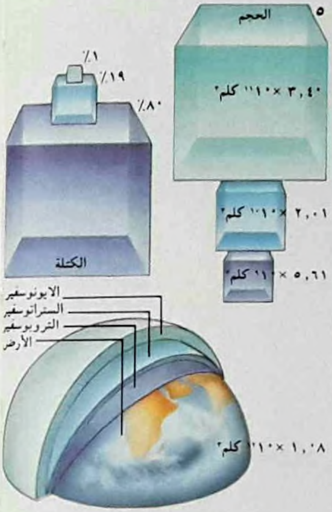
من ٤٦٪ من حرارة الاشعاع الشمسي الذي يصل الى طبقات الجو العليا . مما يرفع حرارة سطح الارض الى معدل ١٤° س . لكن بما ان هذه الحرارة هي دون حرارة سطح الشمس البالغة ٥٧٠٠° س . فان الارض تشعّ طاقة تكون موجاتها اطول بكثير (كأشعة ما تحت الأحمر والاشعة الحرارية) من موجات الاشعاع الشمسي . مما يمكّن ثاني اكسيد الكربون وبخار الماء والغيوم من امتصاص هذه الموجات الطويلة في الطبقات السفلى من الجو .

هذا يعني ان الجو يتلقى حرارته مباشرة من أسفل . لا من فوق . كما قد يظن . لكن الجو ايضا يشع حرارة . فتضيع في الفضاء . أو تمتصها الارض .

توزَع درجات الحرارة

في منطقة الجو الملامسة لسطح الارض





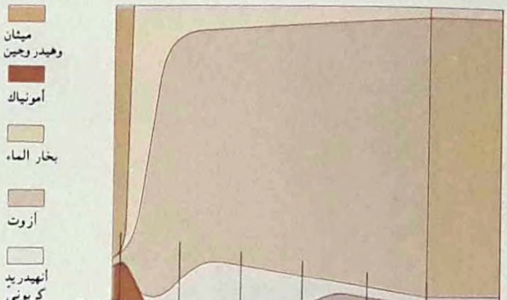
(٤) - تتأتى درجات الحرارة في الجو وعلى الارض عن التوازن بين ما يدخلهما وما يخرج منهما من الاشعاعات . فالمعدل السنوي للاشعاع الشمسي الذي يصل الى الارض مقاسا بالكيلولانغلي (الحريرة الواحدة التي يمتصها سم²) . يبلغ اقصاه في المناطق الصحراوية الحارة (أ) . بمقارنته مع المعدل السنوي للاشعاعات الارضية (ب) ، يظهر فائض من الاشعاع العام على جميع خطوط العرض . لكن هذا الفائض يمتصه الجو ويتشتت في الفضاء . مؤمنا بذلك توازنا شاملا . كذلك تعوّض الحرارة التي ينقلها الجو والمحيطات (ت) عن الفرق الكبير بين الاشعاع الذي تتلقاه المناطق القطبية والاشعاع الذي تتلقاه المناطق الاستوائية . هذا التبادل في التوازن بين مناطق الفائض من الاشعاع ومناطق النقص فيه يبلغ اشده عند خطوط العرض المتوسطة . حيث يحدث العدد الاكبر من الاعاصير ومن ضديداتها .

والبالغة ٨٠٪ من كتلة الجو . يتناسب انخفاض الحرارة مع ازدياد الارتفاع . وهذا ما يتوافق مع حقيقة التسخين من أسفل (٢) . لهذه الطبقة سماكة ٨ كلم في المناطق القطبية ومن ١٦ الى ١٩ كلم في المناطق الاستوائية . وهي تعرف بالتروبوسفير . وتتميز برياح تزداد سرعتها مع الارتفاع . وبكميات وافرة من الرطوبة في المستويات المنخفضة .

الحرارة ثابتة عمليا في الطبقة السفلى من الستراتوسفير . لكن هذه الطبقة هي مسرح لمجار قوية من الهواء ولرياح شديدة السرعة تنطلق في تيارات متدفقة تستفيد منها الطائرات الكبيرة عندما تهب في الاتجاه المناسب . في طبقة الستراتوسفير العليا وفوق ٢٥ كلم تقريبا . تزداد الحرارة تدريجيا لتبلغ اقصى درجاتها عند الستراتوبوز . فوق الستراتوبوز وفي الميزوسفير . تبدأ الحرارة بالهبوط بسرعة كلما ازداد الارتفاع . حتى تبلغ ادنى حدها على علو ٨٥ كلم تقريبا . فوق هذا المستوى المسمى ميزوبوز . يقع الثرموسفير حيث يظن ان الحرارة تأخذ في الارتفاع الى ان تبلغ مستوى الثرموبوز على علو ٤٠٠ كلم . أعلى من ذلك في الاكزوسفير . يتدنى الضغط عمليا الى حد الفراغ فيتعادل مع جو الشمس الخارجي الذي تدور فيه الارض . في داخل التروبوسفير . يعمل نوع اخر من التوازن الحراري .

رطوبة الجـو

يحتوي الجو على الماء أصلا بشكل بخار . فالرطوبة تتضاءل كلما ارتفع بها الهواء (٣) ، اذ ينتشر بخار الماء تدريجيا في الجوّ . تقع أكثر اجزاء الجو الأسفل نشافا فوق الصحارى شبه المدارية . وأكثرها رطوبة فوق المناطق الاستوائية ومناطق الرياح الموسمية الصيفية ولا سيما فوق سطوح المحيطات . الماء في حركة دائمة بين الارض وجوها . كمية الماء في الجو . في أي وقت كان . لا تتعدى جزءا من ١٪ من الماء الموجود على سطح الكرة . لكن هذه الكمية تزوّد الارض بما يكفي من المطر لحفظ الحياة عليها .



(٥) - ينضغط الهواء بسهولة . لذلك يصبح الجو « منسحقا » تحت تأثير الجاذبية . نتيجة لذلك . يتجمع ٨٠٪ من الجو في التروبوسفير . شاملا حجما يقرب من ٦ × ١٠^٩ كلم^٣ . لكن لما كانت كثافة الهواء تتضاءل مع ازدياد الارتفاع . فالكميات الضئيلة من الهواء الموجود في الستراتوسفير (١٩٪) والايونوسفير (١٪) تشغل مساحات او احجاما من الجوّ تتزايد تدريجيا .

(٦) - تعرّض جو الارض الى تغيّرات مهمة منذ تكونه من الهيدروجين والميثان والامونياك . فالقسم الاكبر من الهيدروجين البدائي تبدد في الفضاء الخارجي . فتكوّن جو مؤلّف من الازوت والماء وثاني اكسيد الكبريت وثاني اكسيد الكربون . ثم ظهرت الأشنات او الطحالب الى الوجود منذ ٣٥٠٠ مليون سنة . فانتجت بالتحليل الضوئي الاكسيجين الطليق الذي منه اشتق الاوزون . فكان الدرع الواقية من اشعاعات ما فوق البنفسجي والعنصر الفعّال بالتالي لظهور الحياة على الارض .

الريـاح وأنظـمـة الطقـس

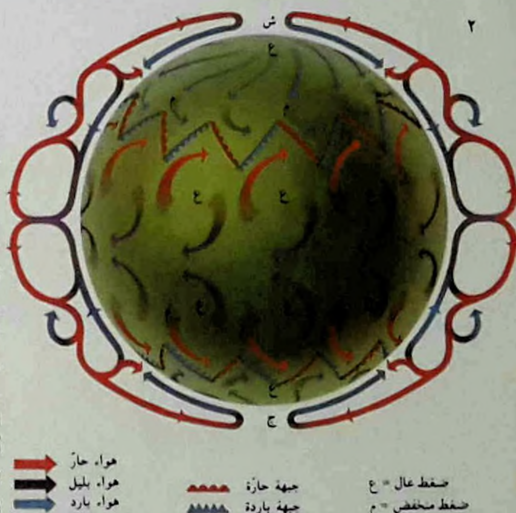
الريح هي حركة الهواء . ولحركات الهواء العمودية والافقية الواسعة النطاق تأثير في الطقس والمناخ . القوى الرئيسية المؤثرة في حركات الهواء الافقية تتوقف على درجة الضغط وظاهرة كوريوليس والاحتكاك .

ينجم التفاوت في درجات الضغط عن تسخين الشمس للجو بمقادير مختلفة (٢) . فالهواء الاستوائي الحار أخف من الهواء القطبي الكثيف البارد . لذلك يكون دونه ضغطاً . نتيجة لذلك . تكون شدة حركة الهواء المنطلق من المناطق ذات الضغط المرتفع الى المناطق ذات الضغط المنخفض . والمعروفة باسم « تدرج الضغط » . متناسبة مع الفرق في الضغط .

١



٢



(١) ـ الأعاصير دوّامات ضخمة من السحب التي تدور حول مركز هادئ، يعرف بالعين . يسحب منه الهواء الحار الى اسفل . قد يبلغ قطر الاعصار ٤٠٠ كلم . وهو يمتد عبر طبقة التروبوسفير التي تتراوح سماكتها بين ١٥ و ٢٠ كلم . تنتظم السحب التي يتكون منها الاعصار في احزمة حول العين يشكل أطولها جدار العين . تتوّج الاعصار عادة الغيوم الطخرورية .

(٢) ـ يعمل الجو الارضي كمحرك حراري ضخم . فالاختلافات في درجات الحرارة بين القطبين وخط الاستواء توفر الطاقة الحرارية الضرورية لجريان الهواء في الاتجاهين الافقي والعمودي . بشكل عام . يرتفع الهواء الحار عند خط الاستواء . متحركاً على مستويات عالية باتجاه القطبين . ويتحرك الهواء القطبي البارد باتجاه خط الاستواء على مستويات منخفضة ليحل محله، مما يجعل توزع الرياح السائدة معقداً دوران الارض على محورها (الذي يحدث ظاهرة كوريوليس) وانحرافات الضغوط الجوية وكيفية توزع القارات والبحار .

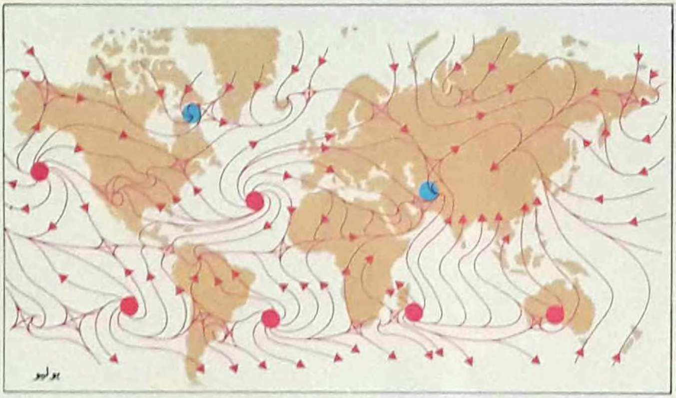
(٣) ـ تجري الرياح العالمية في يوليو ويناير على نمط معيّن . فنظام الرياح السائد فوق مستوى منخفض يتأثر بنقط الضغط المنخفض التي يتجه الهواء نحوها وبنقط الضغط المرتفع التي ينطلق

تحت تأثير ظاهرة كوريوليس الناجمة عن دوران الأرض حول محورها . تنحرف الرياح الى اليمين في نصف الكرة الارضية الشمالي والى اليسار في نصفها الجنوبي .

على طول خط الاستواء منطقة تدعى « نطاق الركود » تسخّن فيها حرارة الشمس الهواء الصاعد . فما يلبث هذا الهواء ان ينتشر . مبتعداً شمالا أو جنوباً عن خط الاستواء . الى ان يركد على مقربة من ٣٠ شمالاً أو ٣٠ جنوباً . حيث يشكل احزمة شبه مدارية من الضغط المرتفع .

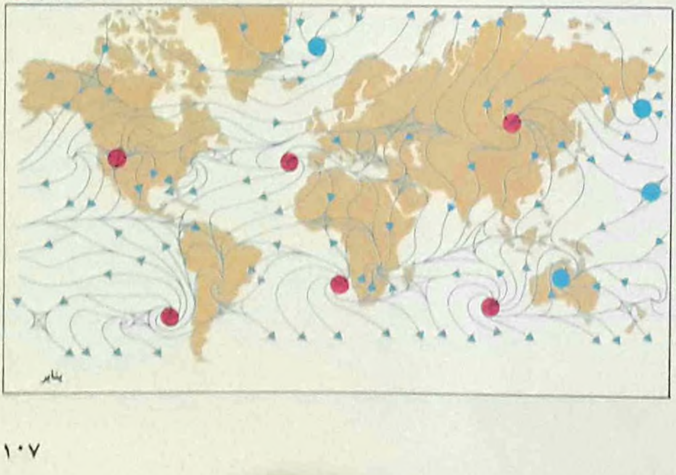
الاعاصير والاعاصير المضادة

على طول الجبهة القطبية في نصف الكرة الأرضية الشمالي . تلتقي الرياح الحارة الغربية بالرياح القطبية الشرقية . فيتولد عن ذلك موجات أو انتفاخات أو اضطرابات قد يتكوّن بعضها بسرعة (٥) . اذ يحاول الهواء



منطقة ضغط منخفض

منطقة ضغط عال



٣ الهواء منها متجهاً نحو الخارج . لو لم تكن الارض تدور حول محورها . لكانت الرياح تجري بخط مستقيم من نقط الضغط المرتفع الى نقط الضغط المنخفض . لكن ظاهرة كوريوليس تجعل الرياح تميل الى اليمين في نصف الكرة الشمالي والى اليسار في نصفها الجنوبي . في غربي افريقيا . يبقى نظام الرياح ثابتاً صيفاً شتاءً . اما في شرقيها . فالتقلبات ناجمة عن الرياح الموسمية (انعكاس اتجاه الريح) التي تنشأ عن التفاوت بين حرارتي الارض والبحر . من الامثلة على ذلك . ان الرياح الناشفة تنطلق في الشتاء من الاجواء الباردة ذات الضغط المرتفع السائدة فوق جنوبي سيبيريا وتتجه الى الجنوب عبر الهند . على عكس ذلك في الصيف . فالتربة تسخن بسرعة . فتحدث حالة من الضغط المنخفض فوق الشمال الغربي من الهند . فتتجه الرياح التجارية الرطبة نحو هذه المنطقة جالبة معها الامطار الغزيرة .

الحار، في سيره نحو القطب، أن يمر فوق الهواء القطبي، بينما يحاول الهواء القطبي، في سيره نحو خط الاستواء، ان يندس تحت الهواء الحار ·

في الاعاصير، يجري الهواء بعكس اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الارضية الشمالي، وباتجاهها في النصف الجنوبي · أما في الاعاصير المضادة، فيجري الهواء خلافاً لذلك ·

كيف تحدث الرياح الموسمية

الرياح الموسمية (٣) هي رياح مقلوبة الاتجاه · اشهرها يظهر في الهند . حيث تحل رياح الصيف الجنوبية محل رياح الشتاء الشمالية · تحمل هذه الرياح الصيفية كميات كبيرة من بخار الماء تتحول الى عواصف من الأمطار الشديدة ·

يحصل انقلاب شبيه في الرياح على صعيد محلي مع انسمة الارض والبحر ·

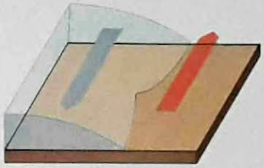
٤



٥

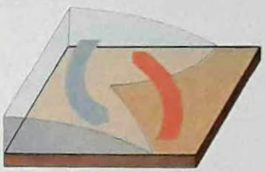
تتكوّن الجباه في المناطق المعتدلة حيث يلتقي الهواء الحارّ بالهواء القطبي .





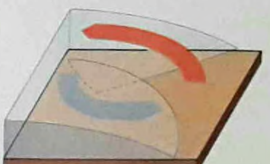
تلتفّ الكتل الهوائيّة وتكوّن جبهة باردة وجبهة حارّة .





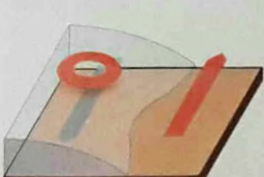
يميل الهواء الحارّ الى المرور فوق الهواء البارد ويميل الهواء البارد الى التسلل تحت الهواء الحارّ .





عندما تلتقي الجبهتان يرتفع الهواء الحارّ أو يُحبس .





(٤) – تهب فوق الولايات المتحدة مئات الاعاصير في كل سنة، ولا سيما في المدويست · قد تدوم هذه الاعاصير عدة ساعات، تجتاز خلالها مسافات تربو على ٤٨٠ كلم، محدثة اضراراً جمة · في وسط الاعصار قد تبلغ سرعة الرياح ٦٤٤ كلم في الساعة ·

(٥) – الجبهة حزام ضيق من طقس متقلب يقع بين كتلتي هواء تختلف فيهما الحرارة والرطوبة · عندما تلتقي الكتلتان، تندفع الواحدة منهما ضد الاخرى لتشكل جبهة حارة او باردة او مرتجة ·

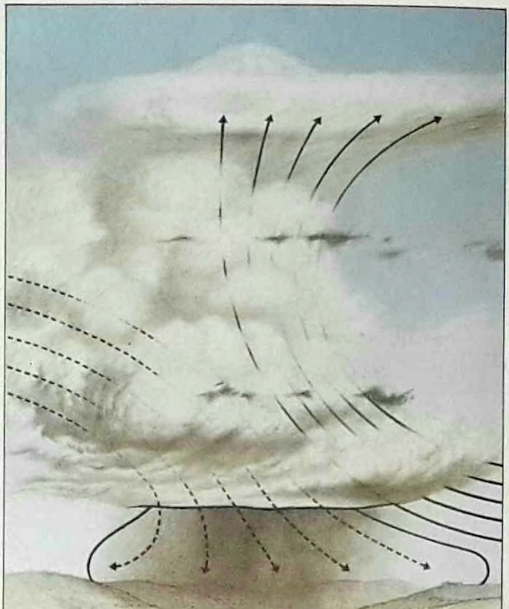
(٦) – يبدو هنا سحاب العاصفة وقد امتد على طول جبهة باردة · تنشأ هذه الغيوم عندما تكون كتلة الهواء غير مستقرة فوق مسافة عمودية طويلة، فيتحرك الهواء الى فوق في تيار حمل حراري، وعندما يبرد يتكثف، تثير

فالنسيم البحري يهب ، في الايام الحارة ، على طول شواطىء البحار والبحيرات عند حصول تدرج الضغط بين التربة التي تسخن بسرعة والمياه التي تسخن ببطء ، فتجري الرياح باتجاه اليابسة · أما في الليل ، فتجري الريح باتجاه البحر ·

العواصف الرعدية والأعاصير والزوابع

أكثر العواصف شيوعاً العواصف الرعدية

٦



رؤوس السحب السندانية الشكل الى المستوى الذي فيه يستتب الاستقرار من جديد · تتكوّن سحب العاصفة على طول الجبهات او في المناطق المفرطة الحرارة · في مناطق الضغط المنخفض تتكوّن من سحب العاصفة جبهة ، فتهب عواصف رعدية ورياح عنيفة ·

(٦) التي يحدث منها ٤٥٠٠٠ عاصفة يومياً في المناطق المعتدلة وفي المناطق المدارية · من شروط حدوثها الاساسية وجود تيارات هوائية قوية صاعدة · فعندما يرتفع الهواء ، يبرد وتتحرر الحرارة الكامنة فيه فيحصل التكثف · هذه الحرارة هي ما يوفر الطاقة الضرورية لازدياد ارتفاع الهواء ونشوب العاصفة· يحدث التكثف سحباً من نوع خاص يبلغ علوها احياناً ، من قاعدتها حتى قمتها ، اكثر من ٤٥٧٠ م ·

تتكوّن الاعاصير (١) ، المسمّاة ايضاً زوابع او اعاصير مدارية ، فوق المحيطات الحارة ، وتهب رياحها الحلزونية بسرعة قد تبلغ من ٢٤٠ الى ٣٢٠ كلم في الساعة · في وسطها الهادىء ، او عينها ، هواء حار ساكن · يتراوح قطر العين ما بين ٦،٥ و ٤٨ كلم ، بينما قطر الاعصار ذاته قد يبلغ ٤٨٠ كلم · تساعد حرارة الهواء في العين على تخفيض الضغط فوق سطح الارض · يتخذ هذا الهواء الحار والرطب مساراً لولبياً يتصاعد من حول العين ، بينما يولّد التكثف سحباً من نوع خاص ويحرر الحرارة الكامنة التي تقوي بدورها حركة الهواء الصاعد اللولبية · للأعاصير مفعول هدّام ، خصوصاً على طول الشواطىء حيث تسبب الامواج العاصفية والأمطار الجارفة فيضانات مدمّرة ·

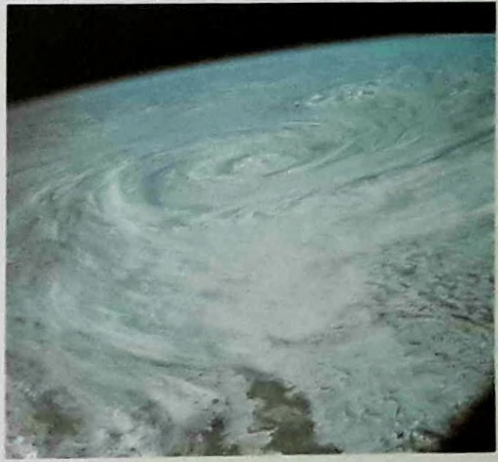
الزوابع (٤) دوامات هوائية عنيفة ، لكنها تتحرك في منطقة أصغر بكثير من المناطق التي تجتاحها الأعاصير · تتراوح سرعة انتشارها بين ٣٢ و ٦٥ كلم في الساعة ، وهي تهدأ عادة بعد اجتيازها مسافة ٣٢ كلم ، مع ان بعضها قد يقطع مسافة ٤٨٠ كلم ·

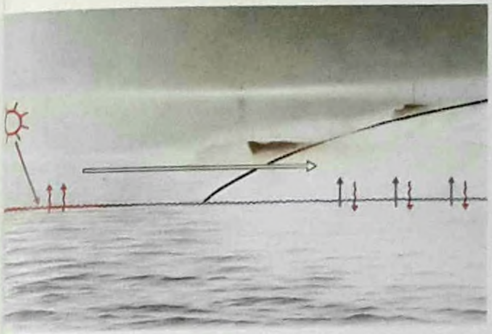
الطقس

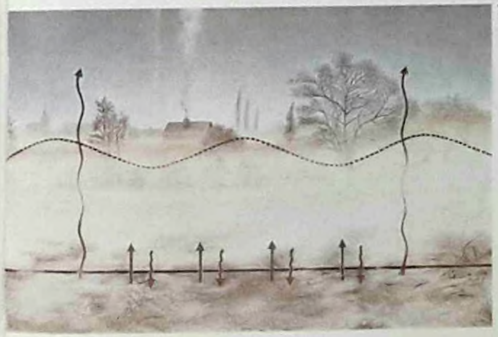
يعني الطقس ، لدى عامة الناس ، المطر والشمس والحرارة والبرد والغيوم والرياح ؛ وبامكاننا ان نضيف الى هذه اللائحة الرطوبة والرؤية · في الواقع ، وان اختلفت التعابير ، تحتوي هذه القائمة على العناصر الستة التي تكوّن الطقس في نظر العالم بالارصاد الجوية · في لغته الخاصة ، الطقس هو حرارة الهواء ، والضغط البارومتري ، وسرعة الريح ، والرطوبة ، والغيوم ، والأمطار ·

تكوّن الغيوم

تتألف الغيوم من ملايين القطرات الصغيرة من الماء السائل او من بلورات الجليد ، التي تحول خفتها دون سقوطها من

١


٢


٣


٤


(١) ـ قد يكون من الصعب تمييز بنية اعصار يراقب من الارض ، لكنه بالامكان تبيّن شكل حركات الهواء من على قمر اصطناعي في مداره ·

(٢) ـ ينجم الضباب المتأفق عن هبوب الريح الحار والرطب فوق ارض او ماء باردين · فوق المناطق الحارة ، تسخن الحرارة العالية الهواء (الأسهم الزرقاء الصاعدة) . وعندما يمر هذا الهواء في مناطق باردة ، يفقد من حرارته (السهمان الاحمران الصاعدان والاسهم الزرقاء) . واذ تبلغ حرارة الهواء درجة الندى ، يأخذ الضباب في الظهور تدريجياً ·

(٣) ـ يظهر الضباب الاشعاعي عندما تبلغ برودة الهواء درجة الندى لملامسته الارض المتبردة من جراء فقدانها للاشعاع الطويل الموجات (السهمان البنّيان الطويلان) · فعندما تبرد التربة ، ينقل الهواء المجاور

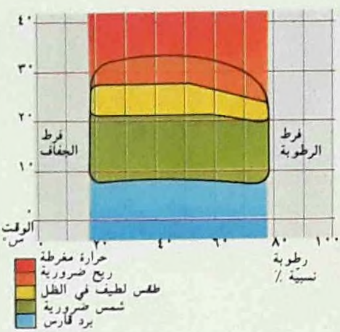
الجو . تتكوّن هذه الجسيمات من هواء دخله بخار الماء عند سقوط الحرارة الى مستوى حرج يسمّى نقطة الندى . قد تتجمد عندئذ هذه القطرات الدقيقة في بلورات من الجليد . لكن قبل ان يتمكن كل من الماء او الجليد ان يتكوّن ، لا بد من حدوث أمرين : اولاً ، ان يرتفع الهواء الرطب فينخفض ضغطه ويتخلى عن حرارته للجو المجاور ؛ ثانياً ، ان تكون هناك جسيمات من الغبار يتكثف حولها البخار المبرّد ليكوّن قطرات دقيقة او بلورات جليد . تسمى الاولى من هذه الجسيمات الدقيقة نوى التكثف والثانية نوى الجليد .

لا يعني ظهور الغيمة انها ستمطر حتماً . فالتكثّف لا يستطيع وحده تكوين المطر . لا بد اذن ، لاحداث قطرات المطر ، من آليتين اخريين ، هما عملية برجرون او البلورة الثلجية وعملية الاندماج . ففي الغيوم

الحرارة بالتوصيل (الأسهم البنّية القصيرة النازلة) . لقد اشير الى تبرّد الهواء بالأسهم الرمادية .

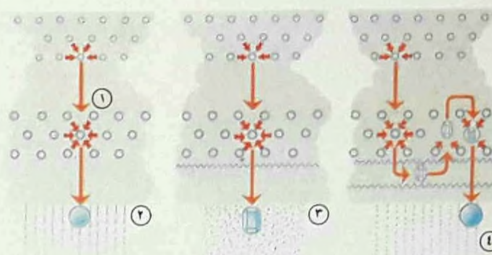
(٤) ـ تظهر قدرة الريح على الحتّ والنقل في هذه الصورة لعاصفة رملية في الغرب الاوسط بالولايات المتحدة . لا تحدث هذه العواصف الا في المناطق ذات التربة الليّنة .

٥



٦







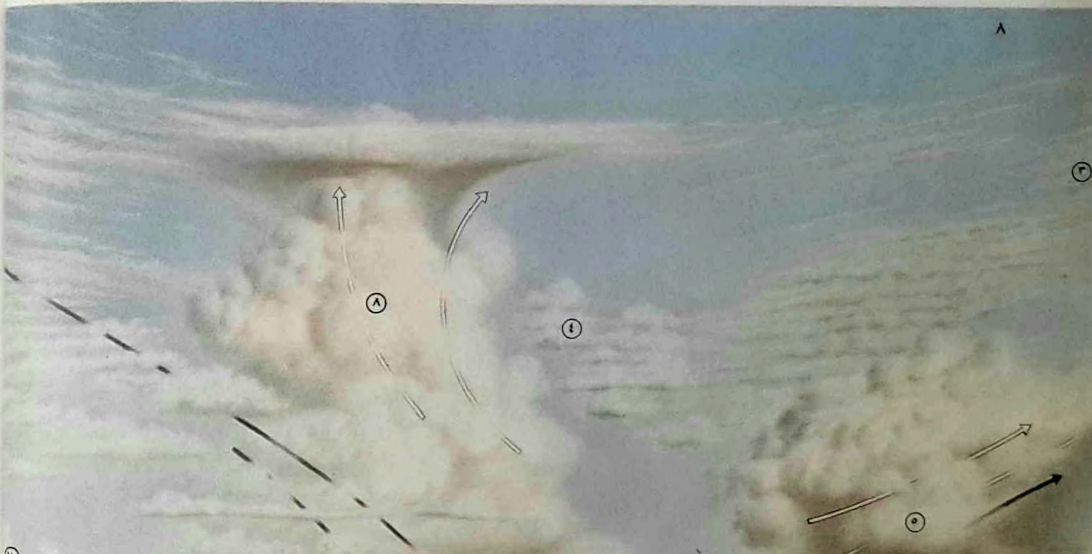
(٥) ـ لا تستطيع الكائنات البشرية ان تتحمل الا درجات معيّنة من الحرارة والرطوبة . لكن حتى في نطاق هذه الدرجات ذاتها ، لا غنى للبشر عن عناصر اخرى ، كالشمس والريح ، لتوفير الظروف الملائمة لعيشهم وعملهم .

(٦) ـ يسجل مسجّل كمبل ـ ستوكس مدة الاشماس . تركّز اشعة الشمس ، بواسطة كرة زجاجية ، على بطاقة اعدت خصيصاً لذلك . فيحترق موضع فيها بفعل وهج الشمس . ينبغي ان تكون الآلة متجهة نحو شمس الظهر بزاوية ترسم على اساس ميل الشمس الزاويّ . في الوعاء وراء الكرة الزجاجية ثلاث مجموعات من الحزوز لتكييف البطاقات المختلفة حسب استعمالها في الصيف وفي الشتاء وعند الاعتدالين .

(٧) ـ عندما تندمج معاً وتكراراً القطرات الدقيقة (١) ، فأنها تؤلف قطرات تكون من الضخامة (٢) بحيث لا تستطيع البقاء عالقة في مجاري الهواء . اما بلورات الجليد ، فتتجمع في اشكال سداسية (٣) لتشكل الكِسَف الثلجية . وقد يتجمد الماء حول نواة (٤) جليدية ليكوّن البرد .

التي تحتوي على بلورات ثلجية وقطرات دقيقة من الماء المفرط البرودة (أي الماء الذي درجة حرارته دون الصفر السنتيغرادي) . تتبخر القطرات الدقيقة فيتكثف البخار على البلورات الثلجية . عندئذ تنمو البلورات على حساب القطرات ، حتى تصبح بحجم يمكّنها من السقوط من الغيمة . اما اذا كانت الغيمة خالية من البلورات الثلجية ، فجسيمات المطر تتكوّن باندماج القطرات الدقيقة المختلفة الاحجام إبّان هبوطها عبر الغيمة .

للغيوم شكلان أساسيان - الطبقات والركام - يتكونان بالطريقتين اللتين يستطيع الهواء بهما ان يتحرك صعداً . فعندما يرتفع الهواء ببطء فوق مساحات كبيرة بمعدل بضعة سنتيمترات في الثانية ، تتكون الغيوم بشكل طبقي او تراصفي . وهذا غالباً ما يحدث في الزوابع ، لا سيما في



المناطق الحارة وعند الجبهات الحارة · اما ارتفاع الهواء السريع (بمعدل عدة أمتار في الثانية) . فيتمّ في تيارات الحمل التي لا يتعدى ارتفاعها عادة بضع مئات من الامتار . فتبقى على مقربة من سطح الارض ·

أسهل طريقة للتعرف الى هوية غيمة (٨) هي تفحّص شكلها وارتفاعها فوق سطح الارض · هذا ما أدركه عام ١٨٣٣ كيميائي لندني . اسمه لوقا هوارد . عندما وضع اول تصنيف للغيوم · هذا التصنيف اعتمدته المنظمة العالمية للارصاد الجوية لوضع تصنيفها الذي يقسم الغيوم الى عشر فئات تنتمي الى ثلاث فصائل وفاقاً لارتفاعها · فأعلى الغيوم - من ٨ الى ١٠ كلم - المكوّنة من بلورات ثلجية . هي الطخارير والسماحيق الطبقية والسماحيق الركامية ؛ والغيوم المتوسطة الارتفاع - من ٣الى ٨ كلم - المؤلفة من ماء وجليد . هي الاقزاع والرباب . اما السحاب القليل الارتفاع - دون ٣ كلم - المؤلف عادة من ماء فقط . فهو الرهل والقرِد والخسيف · اما الصنفان الباقيان . فهما الركام والركام المزني ·

الشمس والريح والرطوبة

تتميز الفترات الطويلة من الايام المشمسة بسماء صافية تكون عادة نتيجة لانحدار الهواء في الاعاصير المضادة · تحدث اطول فترات الايام المشمسة في الصيف القطبي . حيث لا تغيب الشمس ابداً . لكن اقصى حدّتها وأعلى درجات حرارتها تحدث في صحارى العالم الرئيسية التي تقع بين ٣٠° شمالاً و ٣٠° جنوباً من خطوط العرض · قد ترتفع الحرارة في هذه المناطق الى ما فوق ٣٥° في النهار وتهبط الى ما تحت الصفر في الليل ·

خطر الضباب في عصرنا

للرؤية اهمية فائقة في مواصلاتنا . ويشكل الضباب (٢) . وهو هواء غائم فوق سطح الارض . خطراً على الطائرات والسفن والسيارات . وقد يؤثر أيضاً على الانسان في الشارع . واذا كان الضباب ملوّثاً . فخطره أشد على حياة الانسان ·

---

(٨) - خير طريقة لايضاح انواع الغيوم المختلفة هي تمثيلها في أحد الانخفاضات الجبهية المألوفة في مناطق خطوط العرض المتوسطة · فأكثر انواع الغيوم الكبرى تتكون في داخل هذه الاعاصير · يمثل الرسم بشكل تخطيطي عام انخفاضاً في نصف الكرة الشمالي . وهو يرى من الجنوب متحركاً من الغرب (يساراً) الى الشرق (يميناً) · لقد بلغ مرحلة النضج التي تسبق مرحلة الاحتباس . ويظهر فيه بوضوح كل من الجبهتين الحارة (١) والباردة (٢) · فوق الجبهة الحارة . التي قد يتراوح ميلها بين ١٠٠ / ١ و ٣٥٠ / ١ . يرتفع الهواء بكثافة وببطء عبر طبقات الجو . مما يؤدي الى تعاقب متصل من الغيوم الطبقية الشكل التي تتراوح من الطخرور (٣) والقزع (٤) الى المزن الطبقي (٥) · تقع عادة منطقة هطول الامطار . التي كثيراً ما تغشوها هذه الانواع من الغيوم ولا سيما المزن الطبقي . أمام سطح الجبهة الحارة وبموازاتها تقريباً (٦) · قد تحدث اضطرابات في الجو . فتدفع بعض الغيوم الى فوق . فتهطل امطار غزيرة . كما تهطل امطار الجبهة الكلاسيكية الحارة التي تكون عادة خفيفة وواسعة الانتشار · غالباً ما يشغل الركام القطاع الحار . لكن تغيراً ملموساً يحدث في الجبهة الباردة . اذ تنقلب هنا الريح (فيزداد ميل هبوبها باتجاه عقارب الساعة) . وغالباً ما تتجمع الغيوم الركامية (٧) في الهواء البارد وراء الجبهة · في الجبهة ذاتها . يكون الجو عادة متقلباً . وتتحول الغيوم الركامية الى ركام مزني (٨) . وقد تنتشر الغيوم الطخرورية - على جميع انواعها - فوق الانخفاض بكليّته · ترافق تقلبات الغيوم هذه تقلبات في الضغط وفي حرارة الريح والرطوبة ·

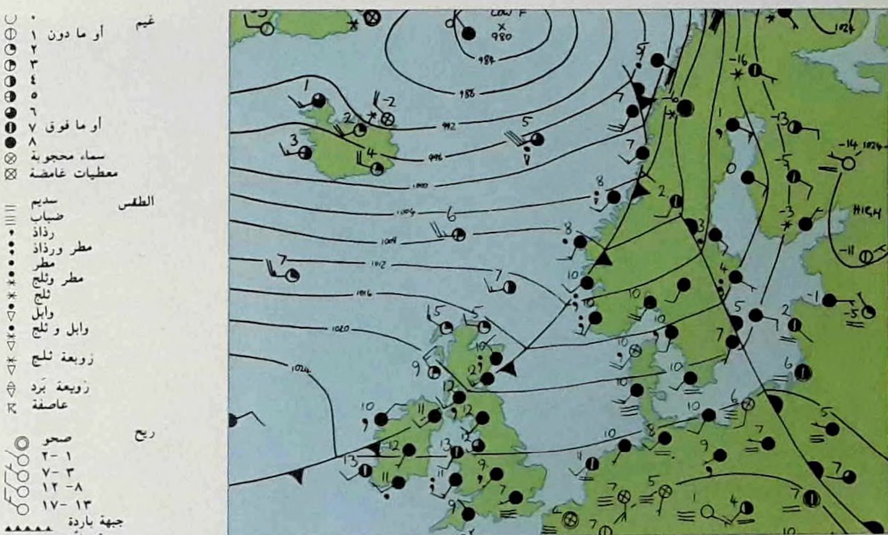
الرصد الجوّي

يتغير الطقس يوماً بعد يوم نتيجة لتحركات كتل هوائية ضخمة تتنقل ببطء فوق سطح الأرض، مستمدة خصائص حرارتها ورطوبتها من سطح التربة أو سطح الماء تحتها. يمكن اعتبار بعض هذه الكتل بحكم المستقرة. اذ انها تستمر في حالات مناخية ثابتة خلال ايام أو اسابيع متتالية. كما نرى في الصحارى والمحيطات المدارية واواسط القارات الكبرى.

العوامل التي يتأثر بها الطقس

بدأ التنبؤ بالطقس عندما دفعت المزارعين والفلاحين مصالحهم الخاصة الى مراقبة الأحوال الجوية عن كثب واكتشاف انماط

١



(١) - توضع خريطة الارصاد الجوية الشاملة على اساس المعطيات المستمدة من مراقبة منطقة كبيرة. تدل الدوائر (في الرسم) على مواقع محطات الرصد. وتمثّل الرموز الاحوال الجوية في وقت معيّن يدعى الساعة الموحدة. تشير رموز الغطاء الغيمي بالكسر الثمني الى الاجزاء المغطاة بالغيوم من السماء والتي يمكن مراقبتها من كل محطة. وتدل الارقام المرافقة للرموز على حرارة الهواء بدرجات سنتيغراد. ويشير السهم الى اتجاه الرياح وريش السهام الى سرعتها بالعقد. استناداً الى مواصفات الضغط والريح. يرسم المحلل سلسلة من الايزوبارات (الخطوط الواصلة بين النقط التي يتساوى فيها الضغط). وهذا ما يعطيه صورة واضحة عن جريان الرياح السطحية الأفقي.

---

(٢) - يقتضي التنبؤ بحالة الطقس معالجة كمية كبيرة من المعلومات التي تصل الى مراكز الارصاد الجوية مراراً عديدة كل يوم.

لقد ساعدت الحاسبات الإلكترونية وآلات التخطيط البياني العلماء على معالجة هذه المعلومات بمزيد من السرعة. تسمح التطورات الحديثة التي أدخلت على آلات التخطيط بتمثيل النتائج على خريطة. هنا يرى نوعان من التمثيل. فاما ان تستنتج من الأرقام (الى اليسار) خطوط تساوي الضغط الجوي أو ان ترسمها مباشرة آلة اوتوماتيكية (الى

تقلباتها. ليس هذا الأمر من الصعوبة بقدر ما يبدو لأول وهلة حتى في المناطق المعتدلة. فالطقس، في أكثر مناطق أوروبا الغربية مثلاً، يتوقف على تحرك الاعاصير أو الانخفاضات من الغرب الى الشرق. وعلى مرور «الجبهات». وهي سطوح تماس بين كتل هوائية متجاورة مختلفة الحرارة والرطوبة. عادة، تقع الجبهة التي تأتي بأسوأ طقس في النصف الجنوبي من الانخفاضات. فعندما يلحظ المراقب هبوطاً في الضغط الجوي وتغيراً في اتجاه الريح (في الغالب نحو الجنوب الغربي مع تكثف الغيوم وتحولها من طخارير مرتفعة الى سماحيق طبقية ورباب وخسيف). يدرك ان انخفاضاً وجبهة حارة هما على وشك الحدوث. فيستطيع عندئذ التنبؤ ليس بالطقس الذي سينتج عن ذلك فحسب، بل بسرعة التغيرات فيه أيضاً. كذلك يدل ارتفاع الضغط الجوي

٢



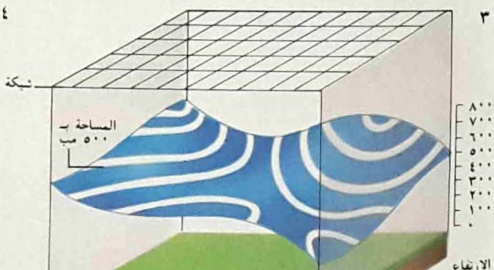
اليمين). تمكّن هذه التقنات من وضع خرائط كهذه في ثوان معدودة.

(٣) - يستعمل نموذج رياضي أساسي للتنبؤ بارتفاع مستوى الضغط البالغ عادة ٥٠٠ أو ٦٠٠ مليبار (ملب) تقريباً. انطلاقاً من هذا النموذج يمكن تحديد مجرى الهواء على هذا المستوى وتعيين موقع الاعاصير والاعاصير المضادة المقبلة. ترسم مستويات الضغط، بالطريقة ذاتها التي ترسم بها الخرائط الطوبوغرافية. فيحسب ارتفاعها بحسابات تجرى على شبكة خطوط متسامتة. هذه الطريقة تصلح

للتنبؤات المتعلقة بمساحات كبيرة تبلغ شبكتها عادة ٢٥٠ كلم.

(٤) - يساعد الرادار على تحديد مواقع الغيوم المطرة. فقطرات المطر وجسيمات الجليد تعكس الاشارات الضوئية المنصبّة عليها. فتسجل هذه الاشارات، على دليل المواقع، انماط الغيوم المتجمّعة أفقياً فوق المنطقة، أو على دليل الارتفاع، وضع الغيوم العمودي. تدل قوة الصدى على غزارة تساقط المطر. قيست المسافات بالاميال والارتفاعات بآلاف الاقدام.

٣



٤



دليل الوضع المسطح

دليل الوضع العمودي

الذي ترافقه سماء صافية ونسيم ناعم على تكوّن اعصار مضاد . مما يبشر غالباً بطقس صاف وثابت يدوم عدة ايام . حتى يأتي انخفاض جديد يحل محله .

الراصد الجوي في العمل

يبدأ الراصد الجوي المحترف عمله باعداد خريطة اجمالية (١) . لكن دقيقة . للاحوال الجوية السائدة في حينه فوق منطقة واسعة النطاق تحيط بموقعه . تساعده في هذا العمل المعلومات التي ترده من محطات سطحية عديدة بواسطة رسائل برقية أو راديوية .

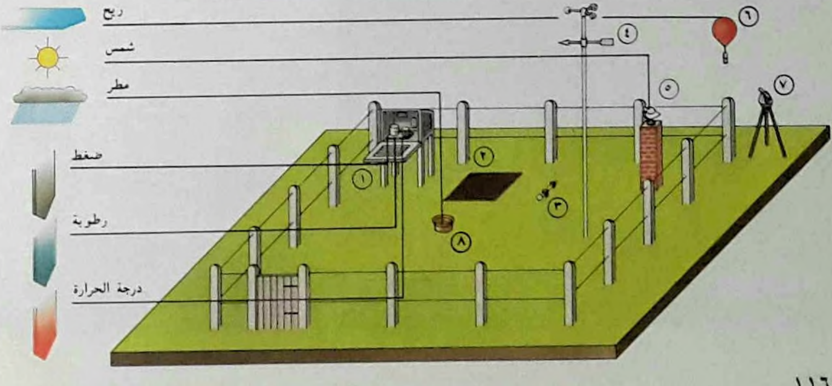
في العالم أكثر من ٨٠٠٠ محطة سطحية تتولّى تقديم هذه الخدمة . وهي تشتمل على محطات جبلية ومحطات سفن في البحر وعلى قواعد قطبية ووحدات اوتوماتيكية (غير مأهولة) تسجل حالات الطقس وترسل معلوماتها في اوقات منتظمة .

٥

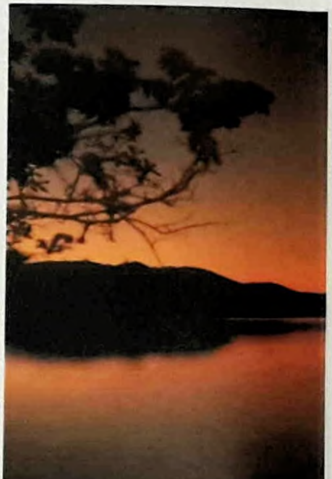


(٥) ـ أخذت أقمار الطقس الاصطناعية تزودنا بصور للغيوم منذ ١٩٦٠ . واستمرت تتحسن إن من حيث نوعية التصوير أو من حيث المدى الذي يطاله . هذه الصور التي تبيّن تطور انماط الغيوم تسهّل الى حد كبير مهمة الراصد الجوّي .

(٦) ـ تحتوي محطة الطقس العالمية القياسية على تجهيزات متنوعة ، شبكة ستيفنسون (١) . وهي صندوق يقي موازين الحرارة وأدوات أخرى من نور الشمس وفيه موازين حرارة متنوعة وأدوات للتسجيل مختلفة ،



على هذه الخريطة . يسجّل الراصد الجوي الضغط والريح والحرارة وانواع الغيوم واتجاهات الرطوبة والضغط . كما يسجّل حالة الجو الماضية والحاضرة . مما يمكّنه من رسم الايزوبارات (الخطوط الواصلة بين نقاط الضغط المتساوي وموقع الجبهات) · اذا ما توصل بذلك الى تكوين صورة عن الطقس وعن معدل تغيّره . غدا بأمكانه ان يتنبأ بما سيكون عليه هذا الطقس . في المستقبل القريب . في أية نقطة من نقاط خريطته ·



المربع الأرضي (٢) لتقدير حالة التربة ؛ مقياس الحرارة الدنيا (٣) لتسجيل ادنى درجة بلغتها حرارة التربة خلال الـ ٢٤ ساعة الماضية ؛ مقياس الريح والسهم (٤) . لتبيان سرعة الريح واتجاهها ؛ مسجلة كامبل - ستوكس أو الراديومتر (٥) لتسجيل ساعات الاشماس ؛ المزواة (٧) والمنطاد المباري اللاسلكي (٦) للدلالة من على علو شاهق على سرعة الريح واتجاهها وما اشبه ؛ مقياس المطر (٨) لقياس كمية ما يهطل من المطر يومياً · وفي المحطة أيضاً مقياس ضغط جوي ومرسام ضغط جوي لتسجيل الضغط الجوّي ·

---

(٧)- تنبىء أجمالاً سماء حمراء عند المساء . وفقاً لما عرفه الرعاة منذ عهد بعيد . بطقس جميل في اليوم التالي . بينما قد تنبىء السماء الحمراء عند الفجر بطقس رديء قبل حلول الليل · فاحمرار السماء في المساء يعود الى ان جسيمات الغبار الموجودة في الجو تشتّت الضوء . فتظهر السماء حمراء في ظروف الطقس الهادىء والمستقر الذي تتميز به الاعاصير المضادة الهادئة . بينما يميل الغبار الى الترسب خلال الليل . فلا تكون لاحمرار السماء في الصباح علاقة به . اذ ان هذا الاحمرار ينجم عن تشتّت الضوء بفعل قطرات الماء العالقة في طبقات الجو السفلى والتي تساعد على تكوين الانخفاض ·

التنبّؤات على المدى القريب والمدى البعيد

التنبّؤات الجوية على المدى القريب ذات أهمية فائقة للمزارعين والملاحين . كما تتوقف عليها سلامة الملايين من المسافرين جواً كل سنة · لكن هناك طلبات متزايدة لتنبؤات على مدى أبعد يمتد على فترات تتراوح بين خمسة أيام وستة أشهر · هذا النوع من التنبّؤ يتطلب تقنات وتحليلات متنوعة · في المناطق من العالم التي لا يتغير فيها الطقس من سنة الى سنة الا قليلاً . يستعمل خبراء الرصد طرائق احصائية بسيطة نسبياً متخذين العلاقة بين فصل وآخر أساساً للتنبؤ · لكن المناخات الأكثر تقلّباً تتطلّب طرائق أكثر تعقّداً وتستوجب بحوثاً مفصلة عن طبيعة الكتل الهوائية ومصادرها وتحركاتها · اتضح حديثاً لعلماء الارصاد الجوية أن لتحليل العلاقة بين الجو والبحار أهمية كبرى · فالمناخ البحري السائد في الشمال الافريقي مثلاً يتوقف الى حد بعيد على كتل الهواء التي تمر فوق البحر المتوسط . كما تؤثر مناطق الاطلسي الباردة أو الحارة على طقس المنطقة الغربية من بلاد المغرب وموريتانيا ·

جرت أول محاولة للتنسيق بين الارصاد الجوية على نطاق عالمي عام ١٨٥٣ . عندما وضعت المنظمة الدولية للأرصاد الجوية الأسس الأولى لمراقبة الطقس · منذ ذلك الحين . سار التعاون الدولي بخطى سريعة حتى اعيد تنظيم المنظمة عام ١٩٥١ واطلق عليها أسم « المنظمة العالمية للارصاد الجوية » . واعترفت بها الأمم المتحدة ·

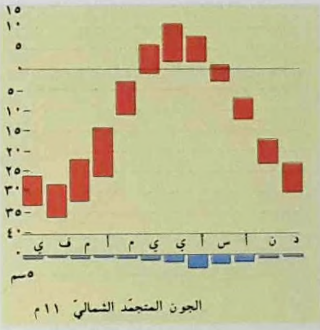
المناخات

المناخ في منطقة ما هو الطقس الذي تختص به على مدى طويل من الزمن . يتوقف المناخ بالدرجة الاولى على موقع المنطقة على خطوط العرض . لأن الموقع هو ما يجعل تلك المنطقة باردة او حارة وما يحدد درجة الفوارق بين فصولها . يتوقف المناخ ايضا على كتل الهواء المتحرك التي تسود المنطقة . قد تكون هذه الكتل محلية المنشأ ، او قد تكون قادمة الى المنطقة من مئات الكيلومترات حاملة معها البرد او الحر والرطوبة او الجفاف . يتأثر المناخ ايضا بالتوزع النسبي بين برّها وبحرها . وبالمرتفعات والمنخفضات فيها . وبوجود الغابات والبحيرات والوديان والمثلجات في ارجائها . وبعوامل فيزيائية

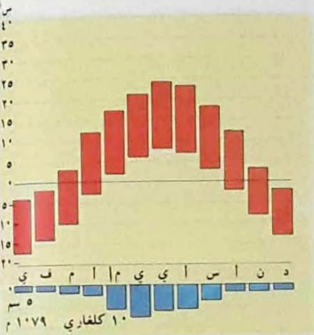
١ أ



ب



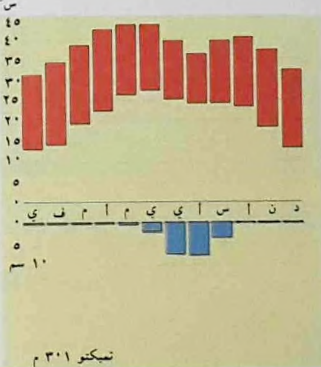
٢



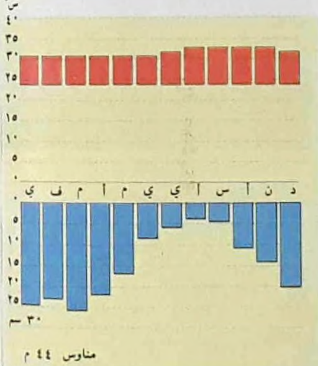
٥ أ



ب



٦



(١) - المناخات القطبية ، كالتي في الخليج القطبي الشمالي (أ) ، شديدة البرد والجفاف ، ولا تخلو من الجليد ، الا ثلاثة أشهر في السنة (ب) . الامطار هناك قليلة ، لكن المياه تغطي مساحات واسعة بسبب قلّة التصريف وضعف التبخر .

(٢) - مناخ مدينة كلغاري بكندا بري ، ودرجات الحرارة فيها مرتفعة في الصيف ومنخفضة في الشتاء ، وكميّة الامطار السنوية ضئيلة . هذا النوع من المناخ مناسب للمروج وزراعة الحبوب .

(٣) - لمدينة فنكوفر الكندية مناخ بحري معتدل .

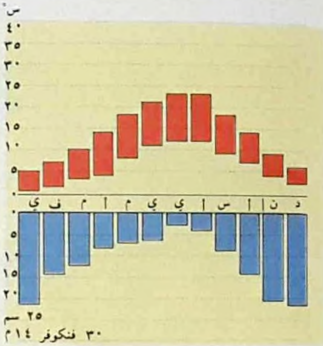
أخرى عديدة في جوارها .

يمكن تصنيف المناخات تحت عناوين ثلاثة من حيث موقعها على خطوط العرض : المناخات المدارية ، وهي حارة ، تسودها كتل هوائية استوائية طوال السنة ؛ المناخات المعتدلة وهي تقتصر على المناطق المتوسطة وتكون فصلية عادة ومتقلبة وتسودها دوريا كتل هوائية شبه استوائية وشبه قطبية ؛ المناخات القطبية ، وهي تسود عند خطوط العرض المرتفعة ، وتكون دوما باردة وتسودها باستمرار كتل هواء شبه قطبية وقطبية ، وهي فصلية بشكل واضح .

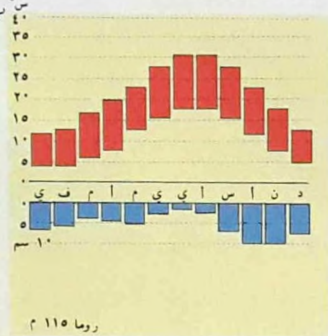
ميزات المناخات المدارية

نظرا للاشماس اليومي المستمر ، تكون المناطق الاستوائية والمدارية حارّة طوال السنة ، وتكون كتل الهواء المتجركة المؤثرة فيها حارة

٣



٤ أ



ب



صيفه حار وشتاؤه لطيف . الفوارق الشهرية بين درجات الحرارة تزداد في الصيف والامطار تهطل على أشدها في الشتاء .

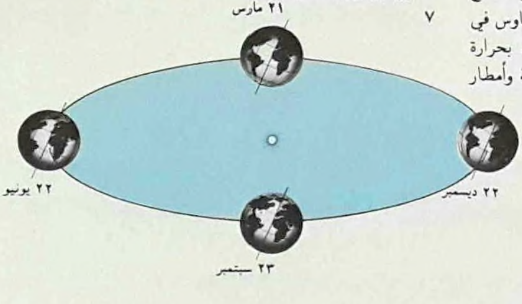
(٤) - يتميز المناخ المتوسطي الذي تمثله هنا روما (أ) وضواحيها (ب) بفصول صيف حارة وجافة وفصول شتاء دافئة ورطبة . عند خطوط عرض مشابهة في غربي الولايات المتحدة وامريكا الجنوبية واستراليا ، تسود مناخات مشابهة .

(٥) - يلاحظ في الصحارى الحارة ، بالقرب من تمبوكتو (أ) مثلا ، تغيّر سنويّ قليل في درجات الحرارة وتغيرات شهرية كبيرة (ب) . تأتي ندرة الامطار هنا نتيجة للعواصف الصيفية الحمليّة .

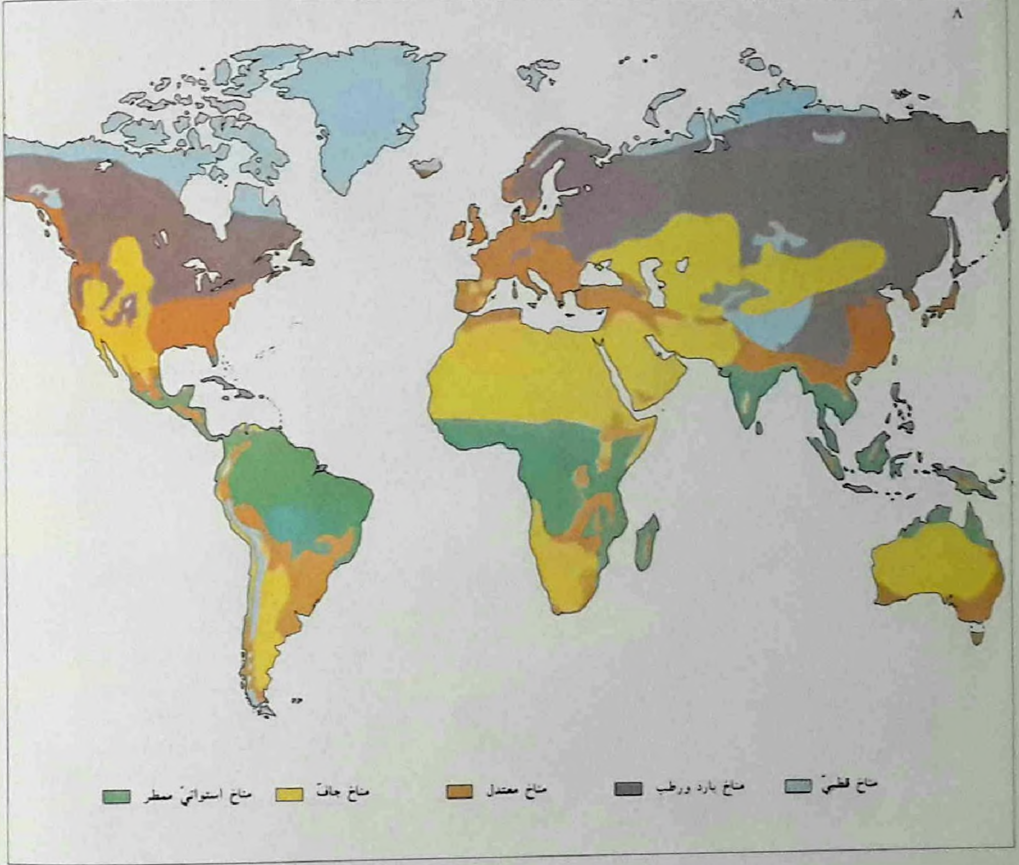
(٦) - يتميز المناخ الاستوائي ، كمناخ ماناوس في امازونيا الوسطى مثلا ، بحرارة مرتفعة على مدار السنة وأمطار غزيرة . ليس هناك فصل جاف . على الرغم من ان معدل الامطار قد يتغير من وقت الى آخر .

(٧) - يحدد الفصول في الدرجة الاولى دوران الارض حول الشمس وميل محورها على مستوى الدوران . فعندما يكون الميل ٢٣٫٥°، تكون الشمس واقعة مباشرة فوق مدار السرطان (٢٣٫٥° شمالاً) في ٢٢ يونيو وفوق مدار الجدى (٢٣٫٥ جنوباً) في ٢٢ ديسمبر . اما في الاعتدالين أي في ٢١ مارس و ٢٣ سبتمبر ، فتكون الشمس فوق خط الاستواء . احزمة الضغط والريح تتغيّر مواقعها وفقاً لحركة الشمس الظاهرية .

٧



ايضا (٣، ٥) . تقع ارطب المناطق في حزام من الانخفاضات القليلة العمق وذات الحمْل الحراري التي تتكون حيث تتلاقى الرياح التجارية . يتحرك هذا الحزام في كل فصل الى الشمال والى الجنوب من خط الاستواء . لكن درجات الحرارة فيه لا تتغير الا قليلا وتبقى الامطار موزّعة فيه بانتظام خلال اشهر السنة . تسود المناخات الموسمية فوق الهند وجنوبي شرقي آسيا والصين ، حيث تنطلق الرياح الفصلية من اتجاهات شبه متقابلة . فتتناوب الرياح الحارة والرطبة مع الرياح الحارة والناشفة . مما يسبب فصول صيف غائمة وممطرة وفصول شتاء جافة . تسود المناخات المدارية الجافة فوق مناطق واسعة على جانبي خط الاستواء بين درجتي العرض ١٥ و ٣٠ ، وهي مناطق الاعاصير المضادة وذات الهواء الحار والناشف . حيث السماء الخالية من الغيوم تشع بشمس حادة



وتمطر قليلا في ما عدا بعض العواصف الرعدية الجارفة ·

المناخات المعتدلة وخصائصها

خطوط العرض المتوسطة في كل من نصفي الكرة الارضية ساحة قتال تتصارع على السيادة فيها كتل الهواء شبه القطبية الباردة والكتل شبه المدارية الحارّة · في الجهة الاستوائية من هذه المناطق . يكون الهواء الحار سائدا في أكثر الأوقات · تتحرك هذه المناطق الحارة شمالا وجنوبا حسب الفصول . بحيث ان منطقة كجنوبي فرنسا مثلًا قد تنعم بالهواء شبه المداري خلال فصل الصيف وتعاني تيارات الهواء شبه القطبي في الشتاء · على الجوانب الغربية من القارات . في المناطق الأكثر حرارة . يميل الهواء الى الجفاف جالبا معه فصول صيف حارة وجافة وفصول شتاء معتدلة ورطبة . كما هي الحال في مناخات كليفورنيا وجنوبي غربي أستراليا المتوسطية وحتى شرقي البحر المتوسط · اما الجهات الشرقية من القارات . فتتلقى هواء رطبا ومتقلبا آتيا من البحر . وتميل هذه المناطق الى الحرارة على مدار السنة وتكثر فيها العواصف الرعدية في فصل الصيف ·

المناخات القطبية الناشفة والباردة

على مقربة من القطبين . مناطق مناخية تسيطر عليها كتل هوائية قطبية (١) · وهي بالرغم من وجود فصول صيف قصيرة ومشمسة فيها . تميل الى البرد والجفاف على مدار السنة · المنطقة القطبية الواسعة تغطيها الغابات ؛ وتنبت في التندرة الجنبات والاعشاب الخشنة والطحالب · اما المناخ القطبي الحقيقي . فهو بارد وناشف بحيث لا يمكن معه وجود أي نوع من النباتات ما عدا الهزيلة منها القادرة على تحمل الصقيع · تقع ابرد مناطق نصف الكرة الشمالي في شمالي كندا وشمالي شرقي سيبيريا حيث تبلغ الحرارة في الشتاء ـ ٣٠° س · في هضبة المنطقة القطبية الشمالية المرتفعة . تبلغ درجة الحرارة في الصيف ـ ٣٠° س تقريبا ويبلغ معدلها في الشتاء ـ ٧٠° س او ما دون ·

(٨) - يتنوع المناخ على النطاق العالمي تنوعا غريبا . وقد كان موضوع خلافات بين المصنفين لأكثر من قرن · أكثر التصنيفات قبولا عند العلماء هو التصنيف المبني على العلاقات الوثيقة القائمة بين النباتات والطقس . والتصنيف الأكثر استعمالا اليوم هو تصنيف و · كوبّن (١٨٤٦ ـ ١٩٤٠) . البيولوجي الالماني الذي كرّس القسم الاكبر من حياته للمشكلات المناخية وعدل نظامه مرارا عديدة قبل ان يرتضيه نهائيا · يميّز نظام كوّبن التصنيفي بين خمس فئات مناخية كبرى تختلف كل واحدة منها عن الأخرى · فهناك المناخات الممطرة الاستوائية والمدارية . والمناخات الناشفة . والمناخات المعتدلة لمناطق الغابات ذات الاوراق العريضة اجمالا . والمناخات الرطبة الباردة . والمناخات القطبية · تحدد كل فئة بدرجات حرارتها وبعضها بكميات امطارها ايضا · ابتكر كوّبن ايضا رموزا اضافية لأوقات السنة التي تهطل فيها اكبر كمية من الامطار ولخصائص مناخية أخرى تؤثر في نمو النباتات · تحدد الخريطة الغابات ذات الامطار المدارية الحارة والرطبة في امريكا الجنوبية وافريقيا والشرق الاقصى · في امكنة ابعد كثيرا عن خط الاستواء تمتد صحارى العالم العظمى وفي مقدمتها الصحراء الكبرى . عبر خطوط العرض شبه المدارية وأطراف المدارين . نتيجة للضغط المرتفع الثابت في هذه المناطق · تظهر الصحارى في نصف الكرة الشمالي بوضوح اكثر منه في نصفها الجنوبي . ويعود ذلك في الدرجة الاولى الى اتساع المحيطات الجنوبية · في المناطق التي هي أقرب الى القطبين . تطل علينا فسيفساء مناخات خطوط العرض المتوسطة . التي يتدنى تعقيدها في المناطق القارية الواسعة في سيبيريا وامريكا الشمالية ولا سيما في التندرة والمناطق القطبية الشمالية · اما المناخات القطبية ومناخات المرتفعات (وهي غير متشابهة . لكنها تشترك في بعض الخصائص) . فهي تسود مناطق ضيقة ·

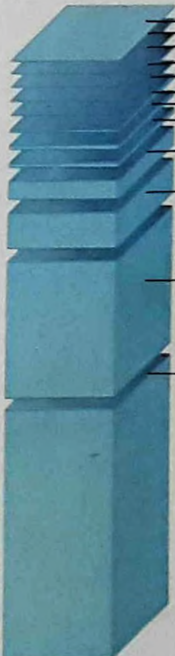
البحر وماء البحر

توحي صور الارض الملتقطة من الفضاء بأنه من الاصح اطلاق اسم « المحيط » على سيّارنا ؛ لان المحيطات تغمر ٧٠،٨٪ من سطحه (٩) · المحيطات الكبرى الثلاثة هي الهادىء والاطلسي والهندي ؛ لكن المياه القطبية الشمالية والقطبية الجنوبية تعتبر ايضا من المحيطات · ليست المحيطات الخمسة هذه منفصلة ، بل تشكل كتلة محيطية متصلة ، وما الحدود المرسومة بينها سوى خطوط اصطلاحية ·

الاوقيانوغرافيا : علم المحيطات

تشكّل مياه المساحات الواسعة للمحيطات المتصلة ٩٧،٢٪ من مجموع المياه الموجودة

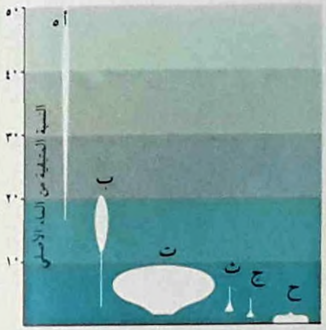
١



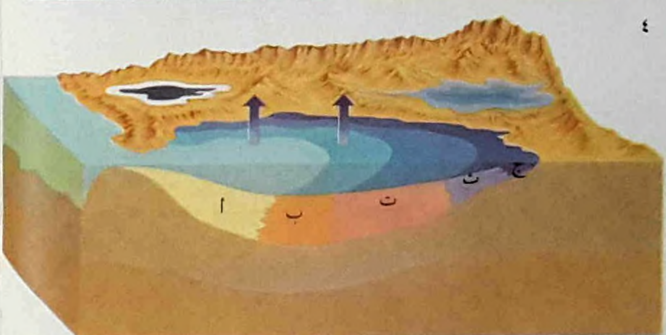
٢



٣



٤



(١) - جميع العناصر تقريبا موجودة في ماء البحر · يشكل الكلور والصوديوم (الملح العادي) أكثر من ٨٥ ٪ من مجموع المواد الموجودة فيه· من العناصر النزيرة فيه الالومينيوم والمنغنيز والنحاس والذهب · لو ترسب الملح الموجود في المحيطات لغطّى سطح الارض بطبقة سماكتها ١٣٥ مترا ·

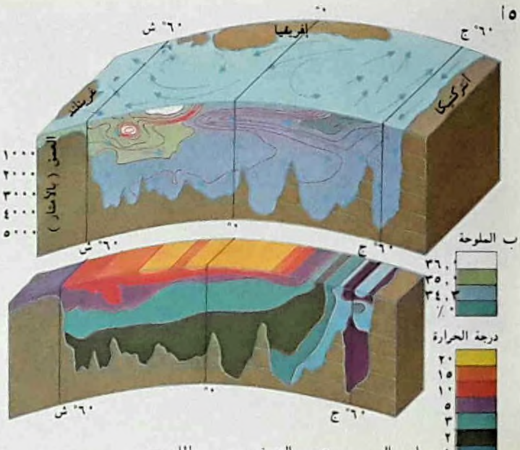
(٢) - الذهب احد العناصر الموجودة في ماء البحر · على الرغم من ان الذهب لا يشكل سوى نسبة ٤ بالمليون من مياه المحيطات (ممثلة بالمكعب الكبير) ، فان مجمل كميته فيها تبلغ ما يقرب من ٦ × $١٠^{٩}$ كلغ اي حوالي ١٠٠ ضعف كمية الذهب الموجودة في حوزة الانسان والتي تبلغ ٦ × $١٠^{٧}$ كلغ (ممثلة بالمكعب الصغير) · حاول الالمان مرة ان يستخرجوا الذهب من المحيطات لتسديد ديونهم الحربية· لكن العملية بدت باهظة التكاليف ·

(٣) - عندما تتبخر عينة من

على الارض · اصبحت دراسة المحيطات ، بما فيها بيولوجيتها وكيمياؤها وجيولوجيتها وفيزياؤها قضية ملحّة . لان مستقبل الانسان على الارض قد يتوقف على معرفته للموارد الكامنة في المحيطات من اغذية ومعادن وطاقة ·

أبرز موارد المحيطات الماء ذاته · لكن ماء المحيطات مالح ، يحتوي على كلورور الصوديوم (ملح الطعام) . وهذا ما يجعله غير صالح للشرب والري · يحتوي كيلو غرام واحد من ماء البحر على ما يقرب من ٣٥ غراما من مواد ذائبة فيه . منها ٣٠ غراما تقريبا من الكلور والصوديوم . اي ما يقرب من ٨٥ ٪ من مجموع هذه المواد ·

ماء البحر مادة معقدة جدا · فمن اصل الـ ٩٢ عنصرا كيميائياً طبيعيا نعثر على ٧٣ عنصرا في ماء البحر بكميات (١) يمكن قياسها او الاهتداء اليها · ففضلا عن الكلور





(٥) - خصائص ماء البحر الفيزيائية . بما فيها الملوحة (أ) والحرارة (ب). ثابتة نسبياً في الاعماق · في الاطلسي . كمية الماء البارد في الجنوب هي اكثر منها في الشمال . فيؤثر ذلك على تدرّج الحرارة فيه ·

ماء البحر حتى النصف . تترسب كربونات المغنيزيوم وكربونات الصوديوم (أ) حتى لا يبقى منها اي مقدار فيه عندما يبلغ ١٥ ٪ من حجمه الاول · عند حوالى ٢٠ ٪ . يبدأ سلفات الكلسيوم (ب) بالترسب ويتبعه كلورور الصوديوم اي الملح العادي (ج) والسلفاتات الاخرى (د) واملاح المغنيزيوم والبوطاسيوم والصوديوم النادرة والبوراتات والفليوريدات (هـ) · تشير البقع البيضاء الى كميات الملح ·

(٤) - تتكون الصخور الملحية في المناطق الجافة القاحلة · يدخل ماء البحر الخلجان . حيث يتبخر رويدا رويدا . فتتركز الاملاح الذائبة في المياه فتجعلها كثيرة الملوحة · اخيرا عندما يبلغ المحلول درجة معينة من التركز تترسب الاملاح · اذا تمادى الترسب ، تتكون رواسب سميكة جدا · يفسر الرسم ٤ تعاقب مراحل الترسب من أ الى ج ·

(٦) - في « خريطة تساوي الملوحة » للمحيط الاطلسي تصل الخطوط الاماكن ذات الملوحة الواحدة بعضها ببعض. تتراوح الملوحة في اكثر المحيطات بين ٣٣ و ٣٧ ٪ · تبين الخريطة ان الملوحة في المناطق المدارية ، حيث التبخر قوي ، مرتفعة نسبيا ، وانها اكثر ارتفاعا في البحر المتوسط الذي يكاد يكون مغلقا ، في المنطقة القطبية الشمالية ، تظل الملوحة دون هذا القدر بسبب ذوبان الجليد وهطول الامطار ، في خليج هدسون . تنخفض الملوحة الى ما دون مقاديرها العادية في المحيطات بسبب انصباب مياه الانهار فيه ، كذلك في المناطق المدارية . تهبط الملوحة تحت تأثير مياه الانهار الكبيرة . كالامازون ·

والصوديوم . يحتوي ماء البحر على كميات وافرة من السلفات والمغنيزيوم والبوطاسيوم والكلسيوم . تشكل معا اكثر من ١٣ ٪ من مجموع المواد الذائبة فيه . اما الباقي ، ويشكل اقل من ١ ٪ من هذا المجموع، فيتألف من ثاني الكربونات والبرومور وحامض البوريك والسترونسيوم والفليورور والسيليكون ومقادير نزيرة من عناصر اخرى .

يحتوي ماء البحر ايضا على غازات ذائبة ، بما فيها الازوت والاكسيجين وثاني اكسيد الكربون . الاكسيجين عنصر حيوي للكائنات البحرية الحية . تختلف كمية الاكسيجين في ماء البحر باختلاف درجة الحرارة . فالماء البارد يحوي منه اكثر مما يحويه الماء الحار .

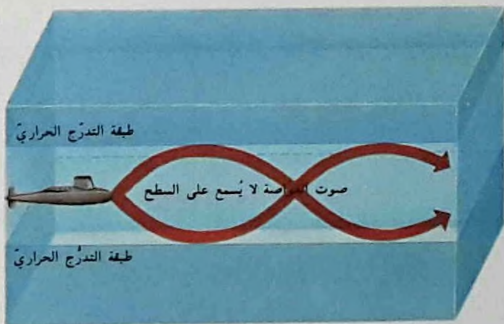
من المواد الكيميائية الاخرى الموجودة في ماء البحر والتي هي ذات أهمية للحياة البحرية : الكلسيوم والسيليكون والفوسفاتات ، وجميعها

٧



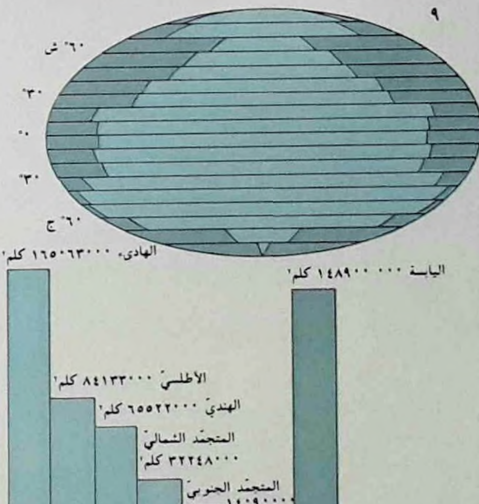
(٧) ـ عندما يخترق ضوء الشمس ماء البحر ، فان شدته تخف بدرجات متفاوته حسب اطوال موجاته . يبلغ هذا الانخفاض ادناه مع الازرق واقصاه مع الاحمر وما تحت الاحمر ، وهو نتيجة لامتصاص الضوء ولتشتته في جميع الاتجاهات . الموجات الزرقاء اقل تعرضا للامتصاص واكثر تشتتا ، ولذلك تبدو مياه البحر الصافية زرقاء . تزيد في هذا الانخفاض الشوائب الملقاة في مياه البحر ، كالمواد العضوية والغرين ، خصوصا بالقرب من السواحل . يصف الرسم البياني انخفاض شدة ماء البحر الصافي ، ثم يتتبع تطوره تحت تأثير اطوال الموجات المختلفة . يدل اسفل كل شريط على النقطة التي لا يصلها الا ١ ٪ من الضوء الآتي اليها من السطح .

٨



(٨) ـ تزداد سرعة الصوت في ماء البحر ٤,٥ اضعاف على ما هي عليه في الهواء، لكنها تتغير مع الضغط والملوحة ودرجة الحرارة . في هذه الحالات ، تتكسر الموجات الصوتية المارة في الماء ، او تنعكس كالضوء المار من خلال عدسة . هذا الانكسار قد يحدث عند الحد الفاصل بين مياه السطح الحارة والمياه العميقة الباردة . تستطيع الغواصات والسفن الحربية استخدام هذه الظاهرة لاخفاء صوت مرورها عن العدو .

٩



(٩) ـ تغمر المحيطات حوالى ٧٠ ٪ من سطح الارض ولا يحتوي اي من سيارات النظام الشمسي على هذه الكمية من الماء . تتصل المحيطات الخمسة معا ويمكن اعتبارها كتلة محيطية ضخمة. علم المحيطات هو دراسة هذه المساحة الواسعة من الماء .

تستخدمها الكائنات البحرية الحية لتكوين محاراتها وهياكلها العظمية . كما تستخدم لبناء الخلايا والانسجة بعض المواد الكيماوية الاخرى الموجودة في ماء البحر . كالفوسفاتات وبعض مركبات الأزوت والحديد والسيليكون ·

درجة الملوحة في المحيطات

كثيراً ما تختلف ملوحة ماء البحر باختلاف الظروف المحلية (٦) · فالانهار الكبيرة وذوبان الثلوج تخفف من الملوحة مثلاً ، بينما تزداد الملوحة في المناطق التي تندر فيها الامطار وترتفع درجة التبخر ·

للحصول على ماء عذب من ماء البحر . لا بد من فصل الاملاح الذائبة فيه · تتم هذه العملية بطريقة كهربائية او كيميائية او ما يسمى عملية تغيير الطور · تقوم عملية تغيير الطور على تحويل الماء الى بخار وتقطيره . او تحويله الى جليد وهذا ايضا ينقيه من الاملاح ·

١٠



(١٠) ـ ليس من المعروف هل تكونت مناجم الملح على الارض من مياه المحيطات أو من مياه البحار الداخلية · لكن مما لا شك فيه ان بعض طبقات الملح كانت تتراكم . خلال حقبات طويلة جدا من الزمن في احواض المياه حتى ادى تبخر الماء فيها الى ترسب الملح · تحتوي مناجم الملح في فيليكزا ببولندا على طبقة من الملح سماكتها ٣٦٦ م . بينما تربو سماكة المناجم في تكساس على ٣٦٥٨ م · لكن . عندما نعلم ان عمودا من ماء البحر ارتفاعه ٣٠٥ أمتار يعطي ترسبا ملحيا لا يتجاوز ٤،٦ م . يصبح من الصعب علينا تفسير الترسبات الملحية البالغة السماكة · يشرح الرسم ٤ تكوّن الملح ورواسب الصخور الملحية الاخرى ·

الكثافة والضوء والصوت

كثافة ماء البحر عامل مهم في احداث التيارات البحرية . ولها علاقة بتفاعل الملوحة والحرارة (٥) · تتراوح حرارة المياه السطحية بين ـ ٢ْ س و ٢٩ْ س . ويبدأ الجليد بالتكون عندما تهبط الحرارة الى ما دون ـ ٢ْ س ·

تعيّن خصائص الضوء المار من خلال ماء البحر لون هذا الماء · فإشعاعات الطرف الاحمر من الطيف المنظور او ذي الموجات الطويلة تمتصها المياه عند السطح (٧) . بينما يشتت السطح الاشعاعات ذات الموجات القصيرة (الزرقاء) فتعطي البحر لونه الازرق·

الماء موصل جيد للصوت . فهو ينتقل في ماء البحر بسرعة ١٥٠٧ م في الثانية . بمقابل ٣٣١ م في الثانية في الهواء · تقوم عملية السبر بالصدى على قياس الوقت الذي يستغرقه الصوت للانتقال من سفينة الى قاع البحر والعودة اليها · غير ان الحرارة والضغط يؤثران على سرعة الصوت . فيجعلانها تتغير بمعدل ١٠٠ م في الثانية ·

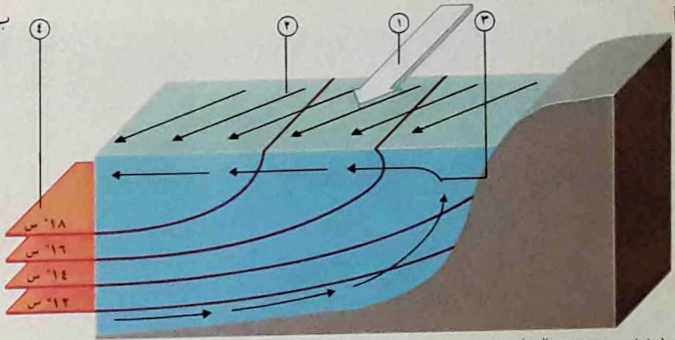
التيّارات المحيطيّة

ليس في البحر جزء هادىء تماماً . حتى في الأعماق حيث الحركة في منتهى البطء . دل استكشاف أعمق أجزاء المحيطات على وجود حياة بحرية فيها . لو لم يكن الماء متحركاً . لكان الاكسيجين - الذي عليه توقف الحياة - يستنفد بسرعة ولا يتجدد . فتغدو الحياة في البحار أمراً مستحيلاً . كان لاكتشاف تحرك جميع اجزاء المحيط اهمية بالغة .

أسباب التيارات البحرية

عرفت التيارات السطحية في المحيطات منذ الأزمنة القديمة . وقد استخدمها قدامى الملاحين .

أ ١

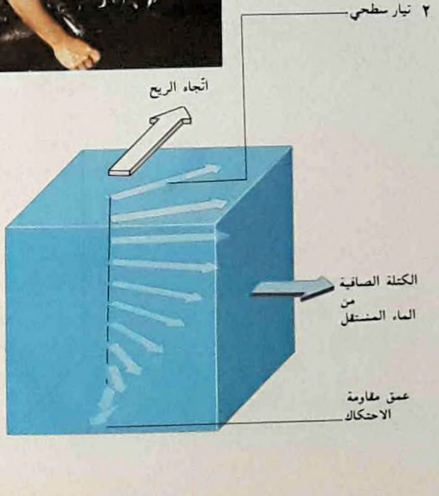


ب



(١) - ترتفع المياه تحت السطحية (أ) عندما تدفع الرياح التي تعصف على طول الشاطىء (١) المياه السطحية بعيداً عن الساحل بزاوية (٢) تمكّن المياه التي تحتها من بلوغ السطح (٣) . يمكن التثبت من هذه الحركة البطيئة بمراقبة تدرج الحرارة (٤) . لأن حرارة المياه العميقة دون حرارة المياه السطحية . تحتوي المياه تحت السطحية على مواد غذائية كثيرة . وهذا ما يجعل المناطق التي يحصل فيها مثل هذا الارتفاع غنية بالاسماك . كما تشهد على ذلك الشواطىء الغربية لامريكا الجنوبية (ب) .

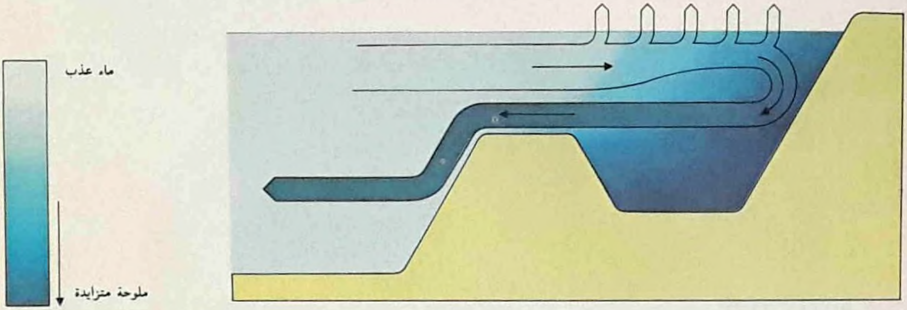
(٢) - تنجم التيارات السطحية الى حد بعيد عن الرياح السائدة . لكن ظاهرة كوريوليس تؤدي الى انحراف التيارات الى يمين الريح في نصف الكرة الارضية الشمالي . بالطريقة ذاتها . تدفع الحركة السطحية الطبقة التي تحتها وفقاً لزاوية معيّنة . وهكذا دواليك . فتتحرك كل طبقة بسرعة تكون دون سرعة التي فوقها وبزاوية مع الريح اكبر . يحرك اللولب الناشىء عن ذلك كتلة الماء فوق «عمق المقاومة بالاحتكاك» حسب زاوية مع الريح قدرها ٩٠° تقريباً .



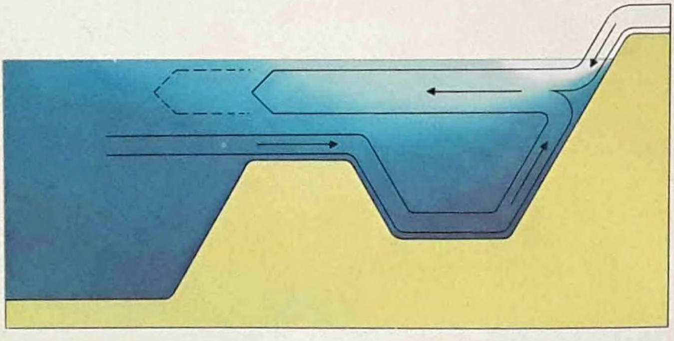
تدفع الرياح المياه السطحية فتجعل منها تيارات جارفة . لا تسير ضرورة باتجاه الرياح بسبب ظاهرة كوريوليس (٢) الناجمة عن دوران الأرض حول محورها · هذه الظاهرة ، التي تزداد مع الابتعاد عن خط الاستواء ، تحمل التيارات في نصف الكرة الأرضية الشمالي على الاتجاه الى يمين اتجاه الريح ، والى شمالها في نصف الكرة الجنوبي · ينجم عن ذلك أن الماء يجري باتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي وبالاتجاه المعاكس في النصف الجنوبي (٦) ·

من العوامل الاخرى التي تؤثر على التيارات شكل قاع المحيط وأشكال الكتل البرية · ففي المحيط الاطلسي مثلا ، يسير التيار الاستوائي الشمالي باتجاه جزر الوست إنديز · يشق معظم هذا التيار طريقه عبر خليج المكسيك حيث ينحرف نحو الشمال الشرقي ليظهر بين فلوريدا وكوبا تحت اسم

٣



٤



٥



(٣) - تتبخر المياه السطحية في البحر المتوسط باستمرار ، فيزيد ذلك من ملوحتها · يدخلها تيار ذو ملوحة عادية ، بينما يسحب منها تيار مضاد عميق ما يفيض فيها من ملح ·

(٤) - في البحر البلطيكي تيار ذو ملوحة خفيفة يتجه الى الخارج نحو بحر الشمال · يحافظ على ملوحة هذا البحر تيار تحتي ينقل اليه من الملح بقدر ما يخرج منه ·

(٥) - . تعتبر مقاييس التيارات ادق الآلات المستعملة لتسجيل سرعة التيارات المحيطية واتجاهات سيرها · تثبّت هذه المقاييس احياناً على عوّامات او ترسى في القاع وتترك هناك لتقيس التيار خلال فترة من الزمن · انها تحتوي عادة على دافع يديره الماء المتحرك وعلى دوارة متصلة ببوصلة تبقي المقياس دائماً مجابهاً للتيار ·

«غولف ستريم» (تستعمل كلمة ستريم للتيارات ذات الحدود الواضحة). يجري هذا التيار، المعروف تقنياً بعد ابتعاده عن الساحل الامريكي باسم الجرف الاطلسي الشمالي، بسرعة ٥ الى ٦ عقد بالاتجاه الشمالي الشرقي. غير أن هذا التيار، وان كان واضح المعالم، فهو لا يتعدى المياه القريبة من السطح. فعلى عمق حوالى ٣٥٠ م. يكاد اثره ان يختفي. في أواخر الخمسينات، عُثر على تيار كبير آخر يجري تحت الغولف ستريم وبالاتجاه المعاكس.

تغيُّر الكثافة

للتيارات التي لا تدفعها قوة الريح اسباب تتصل بكثافة مياه المحيطات التي تتغير بتغير الحرارة والملوحة. فالحرارة عند خط الاستواء تجعل المياه اقل كثافة، وللبرد حول القطبين اثر معاكس. اما الملوحة، فتتأثر

٦ التيارات الحارّة

١ - المحيط الهادىء الشماليّ
٢ - ألسكا
٣ - كورو شيو
٤ - غولف ستريم
٥ - شمالي خطّ الاستواء
٦ - جنوبي خطّ الاستواء
٧ - خطّ الاستواء
٨ - البرازيل
٩ - خطّ الاستواء الهنديّ
١٠ - خطّ الاستواء
١١ - شرقي استراليا



التيارات الباردة

١٢ - كليفورنيا
١٣ - أويا شيو
١٤ - جزائر كناري
١٥ - بيرو
١٦ - بنغويلا
١٧ - ميل نحو الغرب
١٨ - غربي استراليا.

(٦) - تجري تيارات العالم السطحية باتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الارضية الشمالي وفي الاتجاه المعاكس في النصف الجنوبي. وتسمى دوامات. في نصف الكرة الارضية الشمالي دوامتان كبيرتان اتجاههما اتجاه عقارب الساعة (في شمالي المحيطين الاطلسي والهادىء). وفي النصف الجنوبي ثلاث دوامات ذات اتجاه معاكس (في جنوبي الاطلسي وجنوبي الهادىء والهندي). تحت سطح الماء تجري تيارات قد يكون اتجاهها معاكساً لاتجاه التيارات السطحية. فهناك تحت الغولف ستريم، الذي يجري باتجاه الشمال الشرقي على طول الشاطىء الشرقي من الولايات المتحدة، تيار كبير بارد يجري من المنطقة القطبية الشمالية باتجاه الجنوب. في شمالي المحيط الاطلسي، ينشطر الغولف ستريم الى فرعين، يجري احدهما على طول الساحل الشرقي لغرينلند واوروبا الشمالية والجنوبية، بينما

بانصباب مياه الانهار العذبة في البحار وذوبان الجليد وهطول الامطار والتبخر . فارتفاع نسبة التبخر في البحر المتوسط مثلا يزيد في ملوحة الماء وبالتالي في كثافتها (٣) . نتيجة لذلك ، تدخل المتوسط ، آتية من المحيط الاطلسي ومن البحر الاسود ، تيارات ماء اقل كثافة (اقل ملوحة) . وتخرج منه في الوقت نفسه تيارات صغيرة معاكسة اكثر كثافة او ملوحة مارّة من تحت هذه

يعود الفرع الثاني باتجاه الجنوب ليكمل دوامته . في نصف الكرة الارضية الشمالي ، تجري التيارات السطحية الباردة عادة باتجاه الجنوب . أما في النصف الجنوبي ، فتجري المياه الباردة حول المنطقة القطبية ، بينما تجري تشعباتها باتجاه الشمال . في المناطق المدارية وشبه المدارية ، تكون التيارات الحارة قوية جداً ، وهي تشتمل على التيارات الاستوائية والهندية .





(٧) - يتأثر المناخ تأثراً شديداً بالتيارات المحيطية . فالجرف الاطلسي الشمالي يلطف الطقس على بعض سواحل اوروبا بالرياح التي تتكون فوق مياهه الدافئة . كما تدل على ذلك المقابلة بين نيويورك ولشبونة . فمع ان مدينة نيويورك (أ) تقع عند خط عرض لا يتعدى خط عرض لشبونة (ب) الا بمقدار ١٦٠ كلم شمالاً ، فمعدل الحرارة فيها خلال شهر يناير هو - ١° ، بينما هو في لشبونة ١٠° .

التيارات ، بحيث يظل محتوى الحوض من الملح ثابتا .

نتائج التيارات المحيطية

من النتائج الاساسية للتيارات المحيطية انها تمزج المياه وتؤثر بذلك تأثيرا مباشرا في خصب البحار . يكون المزج مهما بنوع خاص عندما تختلط المياه السطحية بالمياه التي تحتها. قد يكون سبب ارتفاع المياه تحت السطحية رياح ساحلية قوية تدفع بالمياه السطحية بعيدا عن الشاطىء ، فيسمح ذلك للمياه التي تحتها بالارتفاع . هذا ما يحدث على طول شواطىء البيرو وكليفورنيا وموريتانيا .

للماء قدرة على تخزين الحرارة تفوق ضعفي قدرة الارض ونصف الضعف ، وتنتقل حرارة الشمس التي يمتصها الماء حول خط الاستواء بواسطة التيارات باتجاه الشمال واتجاه الجنوب . يسير جزء من الجرف الاطلسي الشمالي على طول سواحل النروج ، فيدفىء الرياح البعيدة عن الشاطىء ، ويؤمن لشمالي غربي اوروبا حرارة في الشتاء تفوق بـ ١١° س معدل حرارتها بدونه .

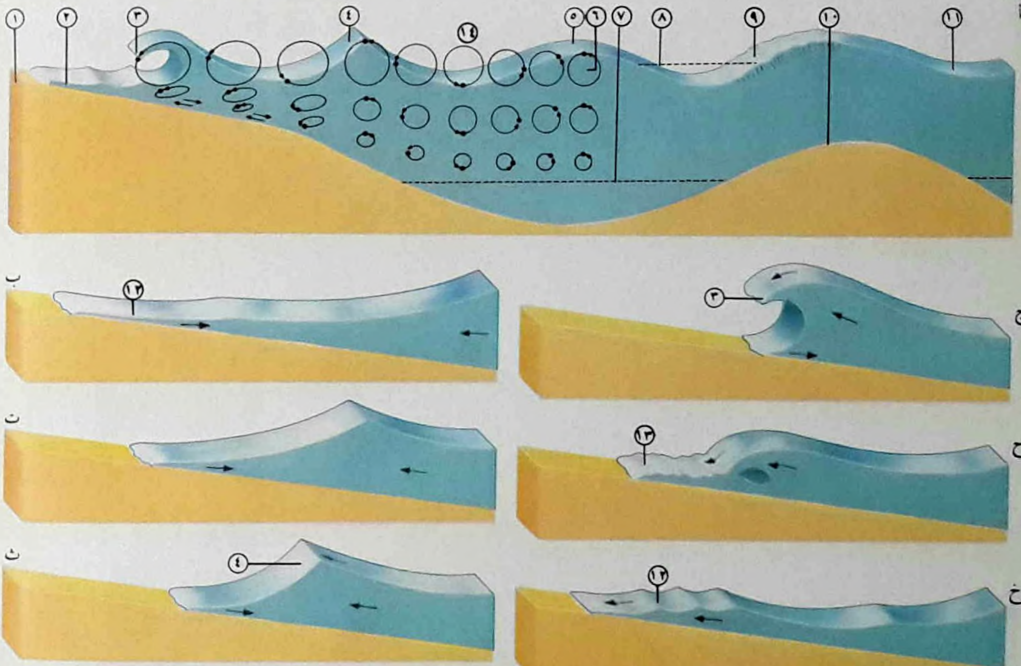
لتيارات البيرو وبنغويلا المتجهة شمالا تأثير معاكس . فهي تبرّد السواحل الغربية في امريكا الجنوبية وجنوبي افريقيا . بهذه الطريقة تؤثر التيارات على المناخ تأثيرا قويا. فضلا عن ذلك ، قد تشكل التيارات الآتية من المناطق القطبية خطرا على الملاحة . فالتيارات الآتية من لبرادور ومن شرقي غرينلند تنقل معها الى مسارات السفن جبالا وكتلا جليدية طافية ، وكثيرا ما تتفاقم الامور بتكون الضباب عند ملتقى التيارات الباردة والتيارات الحارة .

الأمواج والمَـدّ وَالجَزْر

الامواج والمد والجزر اكثر الظاهرات انتشاراً في المحيطات والبحار · تتضافر احياناً طاقات الامواج وحركات المد والجزر والرياح العالية في منطقة ما لاحداث الدمار فيها · تحدث بعض الحركات الموجية في اعماق كبيرة على طول حدود تيَارين متقابلين ·

الأمواج وحركاتها

اكثر الامواج تحدثها الريح التي تهب على مساحات مكشوفة من الماء تعرف بالانجليزية « بالفتش » · هنا تكون الامواج بادىء الامر مختلطة بدون انتظام ، لكنها ، عندما تنتشر الى ما وراء « الفتش » ، تتجمع في موجات اكثر انتظاماً فينتقل تموّجها الى



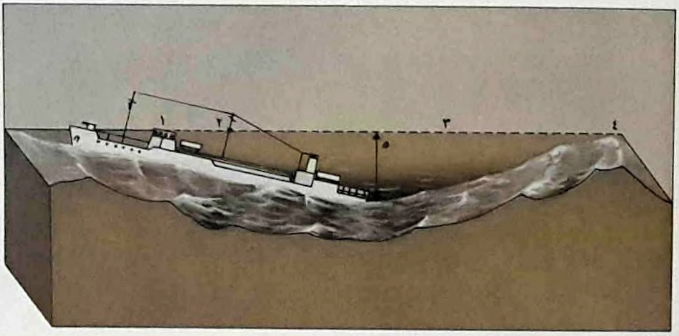
(١) ـ للأمواج طول وعلو (أ) · طول الموجة (١٤) هو المسافة بين قمة موجة (٤) وأخرى (٥) · يسمّى ما بين القمتين بطن (١١) · أما علو الموجة (٦) ، فهو المسافة بين القمة والبطن · عندما تهدأ الامواج · تستقر المياه في « مستوى توازنها » (٨) · يمتد عمل الموجة الى قاعدتها (٧) . ويحدث التواء الامواج نتيجة لاحتكاكها بالقاع · اذا مرت الامواج بحاجز رملي (١٠) . فقد تتكون متكسرات متناثرة (٩) · في المياه الضحلة ، تحمل الامواج احياناً كتلة المياه بكاملها الى الامام (٢) نحو الشاطىء (١) · عند تكوُّن موجات التكسر ·

مسافات شاسعة وراء « الفتش » . حقيقة الامواج انها حركات تذبذبية ، وهذا يعني ان شكل الموجة ينتقل عبر الماء جاعلاً جسيمات الماء تدور على نفسها دون ان تتحرك جانبياً بصورة ملحوظة (٥) . نتيجة لذلك نرى على سطح الماء قنينة مسدودة ترتفع وتنخفض في مكانها ، بالرغم من وجود الامواج ، اذا لم يكن هناك تيار او ريح .

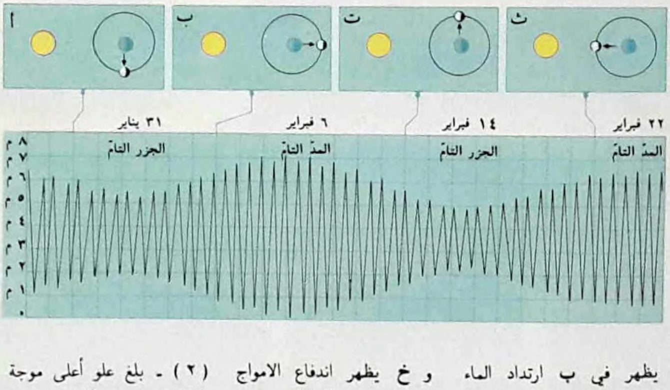
للامواج بعدان رئيسيان (١) : فارتفاع الموجة هو المسافة العمودية بين قمة الموجة وقاعدتها . وطول الموجة هو المسافة بين قمتين . في البحر ، نادراً ما يتعدى ارتفاع الموجة ١٢ م ، ولكن في المحيط الهادىء (٢) ، شوهدت عام ١٩٣٣ موجة ارتفاعها ٣٤ م . يقتضي تكوُّن موجة من هذا النوع فتشاً يمتد على آلاف الاميال ورياحاً فائقة السرعة .

تستمر حركة الامواج تحت السطح على

٢



٣



يظهر في ب ارتداد الماء (١٢) وفي ث تقدم الموجة التالية التي تبلغ ذروتها (٤) في ث . وتصبح بعدئذٍ موجة غوّاصة (٣) في ج ، في ح و خ يظهر اندفاع الامواج (١٣) نحو الشاطىء بعد تكسّرها . ثم انحسارها ثم تكرار ذلك في دور جديد .

(٢) ـ بلغ علو أعلى موجة سُجّل في عرض البحر ٣٤ م . فقد شاهد ضابط من على ظهر (١) السفينة الامريكية « رامابو » عام ١٩٣٣ في المحيط الهادىء، قمة موجة (٤) بموازاة الافق (٣) ومنصة المراقبة (٢) . فتمكن هكذا من قياس علو الموجة (٥) .

(٣) ـ يختلف ارتفاع المد باختلاف اوضاع الشمس والقمر بالنسبة الى الارض . عندما يكون القمر في ربعه الأول (أ) وفي ربعه الثالث (ت) يشكّل مع الشمس والأرض زاوية قائمة تكون عندها قوى الجذب متقابلة ويكون بالتالي الفرق بين المد والجزر ضعيفاً . وهذا ما يسمى بالمد المحاقي . لكن عندما يكون القمر بدراً (ب) او هلالاً . (ث) . فأنه يشكل مع الارض والشمس خطاً مستقيماً . عندئذ يبلغ المد اعلى مستواه والجزر ادناه . وهذا ما يسمى بالمد الأعلى . بسبب الاحتكاك والقصور الذاتي . لا تحصل حالتا المد والجزر المذكورتان الا بعد يومين من اوجه القمر . يعطي الرسم البياني مدى كل من المد والجزر خلال مدة شهر كامل .

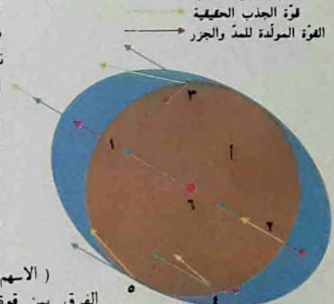
بعض العمق . لكن مساراتها الدائرية تتضاءل وتكاد تزول على عمق يساوي نصف طول الموجة تقريباً . وهذا ما يعرف بقاعدة الموجة .

قد تكون الامواج التي تتكسر على الشاطىء ناجمة عن عواصف تهب على مسافات بعيدة او عن رياح محلية . عندما تقترب الامواج من المياه الضحلة (١) . التي لا يتجاوز عمقها نصف طول الموجة . يتغيّر طابعها . فبمجرد اصطدامها بالقاع ، تخف سرعتها تدريجياً وتتقارب قممها ؛ وعندما لا يعود الماء امام الموجة كافياً لحملها ، ينكسر المسار الدائري ، وتتلاشى بالتالي الموجة ذاتها .

الامواج السنامية

تدعى الامواج السنامية أي « التسونامي » (٨) امواجاً مدية احياناً . لكنها بالحقيقة لا

٤





(٤) - يجذب القمر (ب) مياه الكرة الارضية (أ) في وجهها القريب اليه ويدفعها في الوجه المقابل . وهذا ما يسبّب انتفاخاً مدّياً في اقرب نقطها (١) وفي ابعدها (٢) وتيارات مدية في (٣) وفي (٤) وجزراً خفيفاً في النقط الوسطى (٥) . القوة العاملة (الاسهم الحمراء) هي الفرق بين قوة جاذبية القمر الحقيقية ومتوسط جاذبيته في مركز الارض (٦) حيث تتوازن توازناً تاماً مع القوة النابذة .

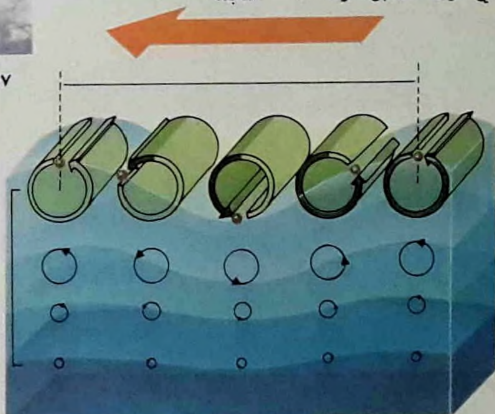
(٥) - تنشأ اكثر الامواج عن الريح . عندما تسير موجة في المياه العميقة ، تتحرك جزيئات الماء في مسارات دائرية . عندما يزداد عمق الماء ، ينقص بسرعة دوران جسيمات الماء . لذلك تنجو الغواصات من تأثير العواصف الهوجاء .

(٦) - تمارس رياضة التزلج على الماء في كثير من البلدان كمصر ولبنان مثلاً . يتكوّن الزبد عندما تتكسر قمة الموجة فتتناثر على الشاطىء .

٦



٥



٧أ



ب



علاقة لها بالمد والجزر · اكثر ما تحدثها الزلازل . لكنها قد تنتج ايضاً عن انزلاق الارض تحت البحر او عن الثورانات البركانية · في البحر . نادراً ما يربو ارتفاع الموجة السنامية على ٦٠ الى ٩٠ سم . لكن طولها قد يبلغ احيانا مئات الكيلومترات · بسبب هذا الطول ، تسير الامواج السنامية احيانا بسرعة مئات الكيلومترات في الساعة . وهاك مثال على ذلك : احدث الزلزال الذي وقع في هوة

٨



(٧) - عند الجزر (أ) تنحسر المياه عن مون سان ميشال الواقع عند الساحل الشمالي لمقاطعة بريطانيا في فرنسا فتجعل منه جزءاً من البر الرئيسي . اما عند المد (ب) . فتحيط به المياه فيصبح جزيرة ·

(٨) - تبلغ الامواج السنامية (أ) . الناجمة عن التربة المنزلقة (١) او البراكين (٢) او الزلازل (٣). ارتفاعات شاهقة بالقرب من الشواطىء · تستعمل محطات الانذار (ب) في المحيط الهادىء مكشافاً خاصاً (ت) هو كناية عن صندوق (٤) نصف عائم يحتوي على هواء في انبوب (٥) · عندما تتضخم الموجة . يرفع ضغطها الزئبق (٦) . الذي يغلق اذ ذاك دائرة كهربائية . فترسل اشارة الانذار ·

ارخبيل الأليوشِن في اقصى شمالي المحيط الهادىء عام ١٩٤٦ موجة سنامية اجتاحت هونولولو مخلفة الدمار فيها · فهذه الموجة استغرقت ٤ ساعات و ٣٤ دقيقة للوصول الى هونولولو . قاطعة مسافة تربو على ٣٢٢٠ كلم بسرعة حوالى ٧٠٠ كلم / س . فغمرت المدينة امواج زاد ارتفاعها على ١٥ م . واحدثت اضراراً فادحة وقتلت ١٧٣ شخصاً · مع ان قمة الامواج السنامية لا تكون عالية في عرض البحر . فلهذه الامواج طاقة هائلة تتحول الى قوّة رافعة عند انخفاض السرعة في المياه الضحلة . فقد يبلغ ارتفاع الموجة عند وصولها الى الشاطىء ٣٨ م وما فوق ·

اشدّ الامواج السنامية دماراً تحدث في المحيط الهادىء (٥) . لكن يظهر بعضها ايضاً في المحيط الاطلسي ·

المد والجزر وأسبابهما

المد والجزر ارتفاعات وانخفاضات متعاقبة لسطح البحر سببها الرئيسي جاذبية القمر والشمس (٤) · تجعل جاذبية القمر مياه الارض « تنتفخ » عندما يكون القمر في السمت · في ذلك الوقت ذاته . يحدث انتفاخ مماثل في الجهة المقابلة من الارض · بما ان دوران القمر حول الارض يستغرق ٢٤ ساعة فأنه يحدث مدين وجزرين في هذه المدة ·

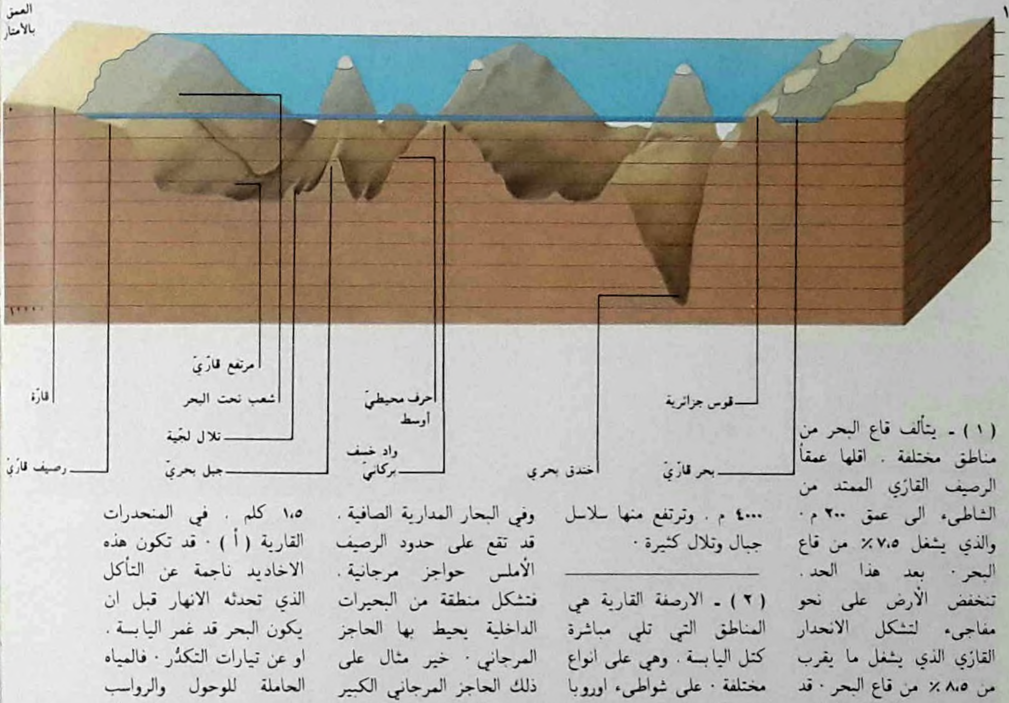
يحدث المد الأعلى (٣) عندما تكون الأرض والقمر والشمس في خط مستقيم . فيجعل التجاذب التثاقلي المشترك المد اكثر ارتفاعاً والجزر اكثر انخفاضاً . فيصبح مداهما اكثر اتساعاً · اما المد المحاقي . الضيق المدى . فيحدث عندما تشكل الشمس والارض والقمر زاوية قائمة ·

قاع البحر

اقتصرت المعرفة الاولية لقاع البحر على سبر اغواره حول الجزر المعروفة بواسطة حبل في طرفه ثقل من الرصاص · حاول مجلّان عبثاً ان يطال قاع المحيط الاطلسي بواسطة حبل طوله ٣٧٠ م · كان اول سبر حقيقي لقاع محيطي هو الذي قام به جيمس كلارك روسّ سنة ١٨٤٠ ، عندما قاس عمقاً يبلغ ٣٧٠٠ م تقريباً بواسطة حبل ·

سبر أغوار المحيطات

تمتّ الرحلة البطولية، التي اقدمت عليها السفينة تشالنجر للقيام بأول سبر حقيقي لأعماق المحيطات . بين عامي ١٨٧٢ و ١٨٧٦ · عندما كتب جول فرن



(١) - يتألف قاع البحر من مناطق مختلفة . اقلها عمقاً الرصيف القارّي الممتد من الشاطىء، الى عمق ٢٠٠ م · والذي يشغل ٧،٥٪ من قاع البحر · بعد هذا الحد، تنخفض الأرض على نحو مفاجىء، لتشكل الانحدار القارّي الذي يشغل ما يقرب من ٨،٥٪ من قاع البحر · قد تتخلل هذه المنطقة اخاديد تحت الماء · يلتقي الانحدار القارّي بالاحواض الغورية عند انخفاض اقل انحداراً يسمى الارتفاع القارّي · تقع الاحواض على اعماق تبلغ ٤٠٠٠ م . وترتفع منها سلاسل جبال وتلال كثيرة ·

---

(٢) - الارصفة القارية هي المناطق التي تلي مباشرة كتل اليابسة . وهي على انواع مختلفة · على شواطىء اوروبا وامريكا الشمالية تضاريس الرصيف (أ) معتدلة . وغالباً ما تتخللها النتوءات والحواجز الرملية · عند خطوط العرض المرتفعة . تلطف كتل الجليد الطافية التضاريس (ب) . وفي البحار المدارية الصافية . قد تقع على حدود الرصيف الأملس حواجز مرجانية . فتشكل منطقة من البحيرات الداخلية يحيط بها الحاجز المرجاني · خير مثال على ذلك الحاجز المرجاني الكبير عند سواحل استراليا الشرقية (ت) ·

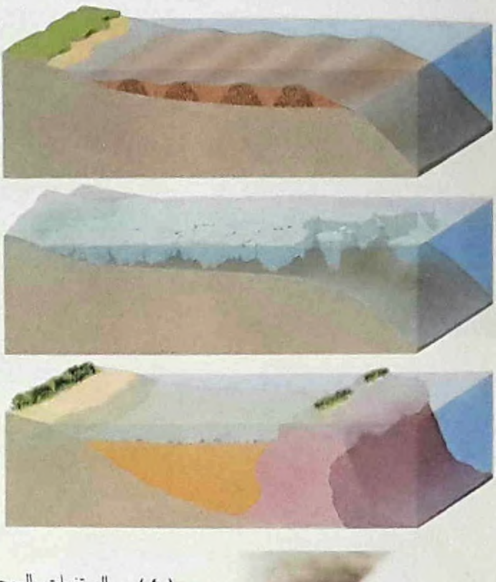
---

(٣) - تقع الاخاديد البحرية . كوادي مونتري في كاليفورنيا (ب) البالغ عمقه ١،٥ كلم . في المنحدرات القارية (أ) · قد تكون هذه الاخاديد ناجمة عن التأكل الذي تحدثه الانهار قبل ان يكون البحر قد غمر اليابسة . او عن تيارات التكدُّر · فالمياه الحاملة للوحول والرواسب تخرج بقوة من المصبّات الكبرى فتحفر لها اودية في الصخور وفي الرواسب · قد تبلغ هذه الاخاديد حجم اخدود كولورادو الكبير (ت) ·

(١٨٢٨ ـ ١٩٠٥) روايته « عشرون الف فرسخ تحت البحر » (١٨٧٠) . كان الانسان ما يزال على عتبة معرفته المنهجية لرواسب الاعماق . لذلك جاء تصنيف هذه الرواسب الذي وضعه جيولوجيّ بعثة تشالنجر جون موريّ وغيره من الذين درسوا العيّنات . بعد عودة السفينة ، مساهمة قيمة في هذا المضمار .

لقد كشف العلماء النقاب ، بطريقة السبر بالصدى ، عن الطوبوغرافيا الحقيقية لأعماق المحيطات ، وذلك بفضل الاشارات الصوتية وما فوق الصوتية التي استخدموها فيها . فالعلماء يستطيعون اليوم حساب عمق الماء بالاستناد الى الوقت الذي ينقضي بين ارسال الاشارة واستقبال صداها . منذ الاربعينات من هذا القرن ، بيّنت طرائق السبر الزلزالية التي استعملت ايضاً ان قاع المحيط مكوّن من تلال وجبال بركانية ومجموعات من

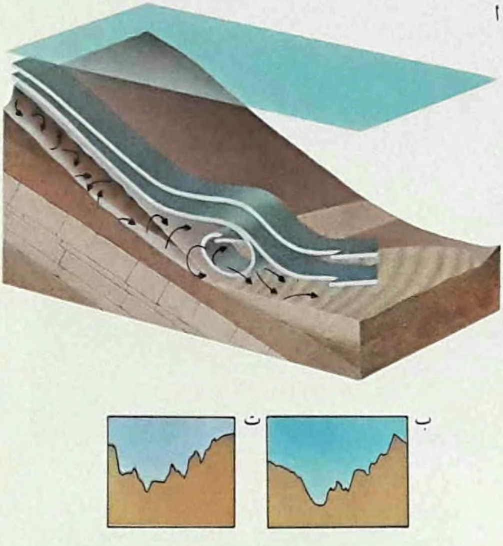
١٢أ



ب

ت

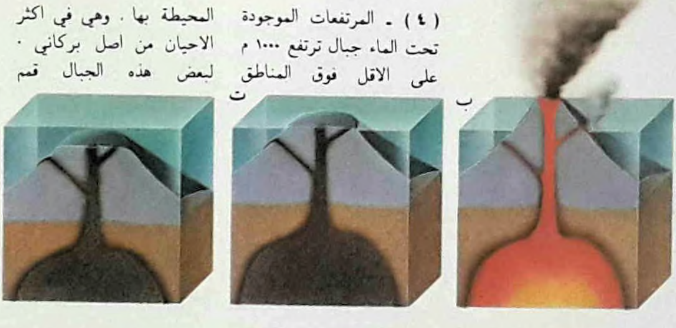
١٣



ب ت

(٤) ـ المرتفعات الموجودة تحت الماء جبال ترتفع ١٠٠٠ م على الاقل فوق المناطق المحيطة بها . وهي في اكثر الاحيان من اصل بركاني . لبعض هذه الجبال قمم مسطحة تقع على عمق حوالى ٢٥٠٠ م . بعض سطوح هذه القمم واسعة الى حد يصعب معه اعتبارها فوّهات قديمة ملأتها الرواسب . لذلك جاء من يقول انها كانت براكين فوق سطح الماء (أ) تآكلت بعد همودها بفعل الامواج (ب) ثم غاصت بسبب ارتفاع سطح الماء او انخفاض قاع البحر (ت) .

١٤أ ب ت



الارخبيلات - التي ليست الجزر التي نراها سوى قمم لها - ومن سلاسل جبال معقدة ضخمة تمتد تحت الماء وتتخللها أودية محورية وصدوع ومرتفعات جانبية عديدة ·

الأرصفة القارية

اذا سار شخص باتجاه الماء على شاطىء كثير الحصى ، فأنه ما يلبث ان يلاحظ ان الرمل يحل تدريجياً محل الحصى تحت رجليه وانه يمتد حتى يصل الى البحر · هذا هو ما يسمى بالرصيف القارّي (١ ، ٢) الذي تغطيه احياناً رواسب خشنة نسبياً او وحول او غرين · تعيش على الرصيف القاري نباتات بحرية متعددة الانواع وكثير من الحيوانات ، كالمرجان وشقيق البحر ، وحيوانات لا حشوية اخرى ، وعدد كبير من الديدان المقيمة في الاحجار ، ومستعمرات من الحيوانات الدقيقة التي تلتصق بالصخور

٥



(٥) - تتأثر رواسب الاعماق بعمقها وببعدها عن الشاطىء وبدرجة حرارة سطح البحر · فالرواسب البرية جسيمات معدنية ناجمة عن تأكل الصخور الارضية ، جاءت بها الى البحر الانهار والرياح · وهي توجد بالقرب من الشواطىء · أما في الاغوار ، فغالباً ما تكسو قاع البحر ردغة كوّنها الترسب المتواصل لعدد لا يحصى من قوقعات او هياكل العوالق والأشنات · تتألف الردغة الغلوبيجرية والشعاعية من بقايا حيوانات وحيدة الخلية ذات هياكل كلسية او سيليكونية · احياناً تشكل قوقعات جناحيات الاقدام ، وهي رخويات صغيرة تسبح في البحر ، رواسب من نوع خاص · في البحار الباردة ، تتكاثر الدياتومات ، وهي أشنات مجهرية جدرانها مشبعة بالسيليكا ، وتشكل ردغة دياتومية · في المناطق البعيدة عن الشواطىء والتي تندر فيها العوالق ، يترسب الغبار الجوّي ببطء ويشكل طفلاً غورياً احمر ·

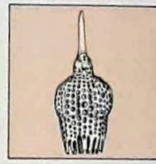
٦

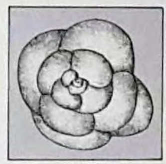


(٦) - البازلت اكثر الصخور انتشاراً في قيعان البحار · هو من الحمم التي تشكل معظم سلاسل الجبال البحرية والمرتفعات المحيطية وتقع تحت الرواسب البحرية في السهول الغوريّة · تشكل الثورانات التي تحدث تحت الماء كتلاً من البازلت « المتجمد » بشكل وسادات (الحمم الوسادية) · تظهر في الرسم شريحة من البازلت البحري كما ترى بالمجهر ، وتبدو فيها بلورات صغيرة ورقع زجاجية وفقاعات غازية مليئة بالميكا الاخضر ·

(حيوانات طحلبية) . والبطلينوس وبلح البحر والمحار والمحار المروحي والرخويات الاخرى · فيه ايضاً قنافذ البحر وقناديل البحر وخيار البحر والاسفنج . كما فيه كذلك اسماك قاعيّة ، كبعض الاسماك المفلطحة ·

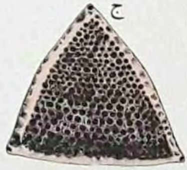
عند حافة الارصفة القارّية ، على عمق حوالى ٢٠٠ م ، يبدأ القاع بالانخفاض بشكل ملحوظ ، وهنا تقع الحدود العليا للمنحدر البرّي · تتخلل هذا المنحدر ، من مكان الى

٧أ


ب


ت


ث


ج


ح

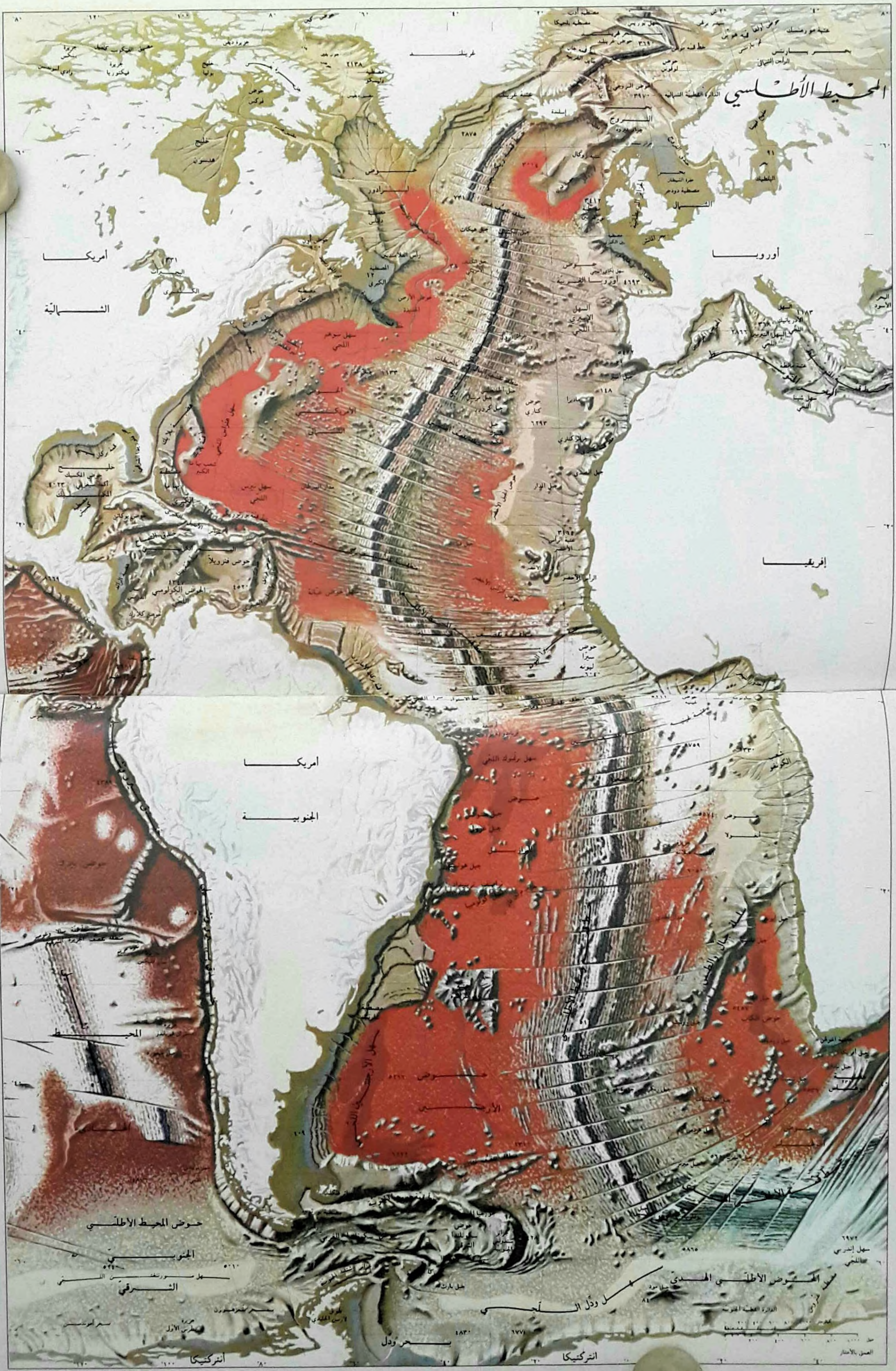

(٧) - من مقومات الرواسب البحرية كائنات حية مجهرية ومعادن حديثة تكوّنت في قاع البحر ، فضلاً عن الطفَل ، فهناك الشعاعيات (أ) ، وهي حيوانات وحيدة الخليّة ذات هيكل سليكيّ ، والمنخربات (ب ، ت) ، وهي حيوانات وحيدة الخلية ذات اصداف كلسية ، تستعمل كالشعاعيات لتأريخ الرواسب ، والدياتومات السليكية (ج) ، والصفائح الكلسية الدقيقة المشتقة من السوطيات المعروفة بالمكوّرات (ح) ، الخ ...

آخر ، اخاديد تحت الماء (١ ، ٣) ، تجرف اليها التياهير البحرية ، المعروفة بتيارات التعكر ، الوحول والحصى والرمال وتلقي بها على اقدام المنحدر عند الارتفاع البرّي (١) على عمق حوالى ٢٠٠٠ م ·

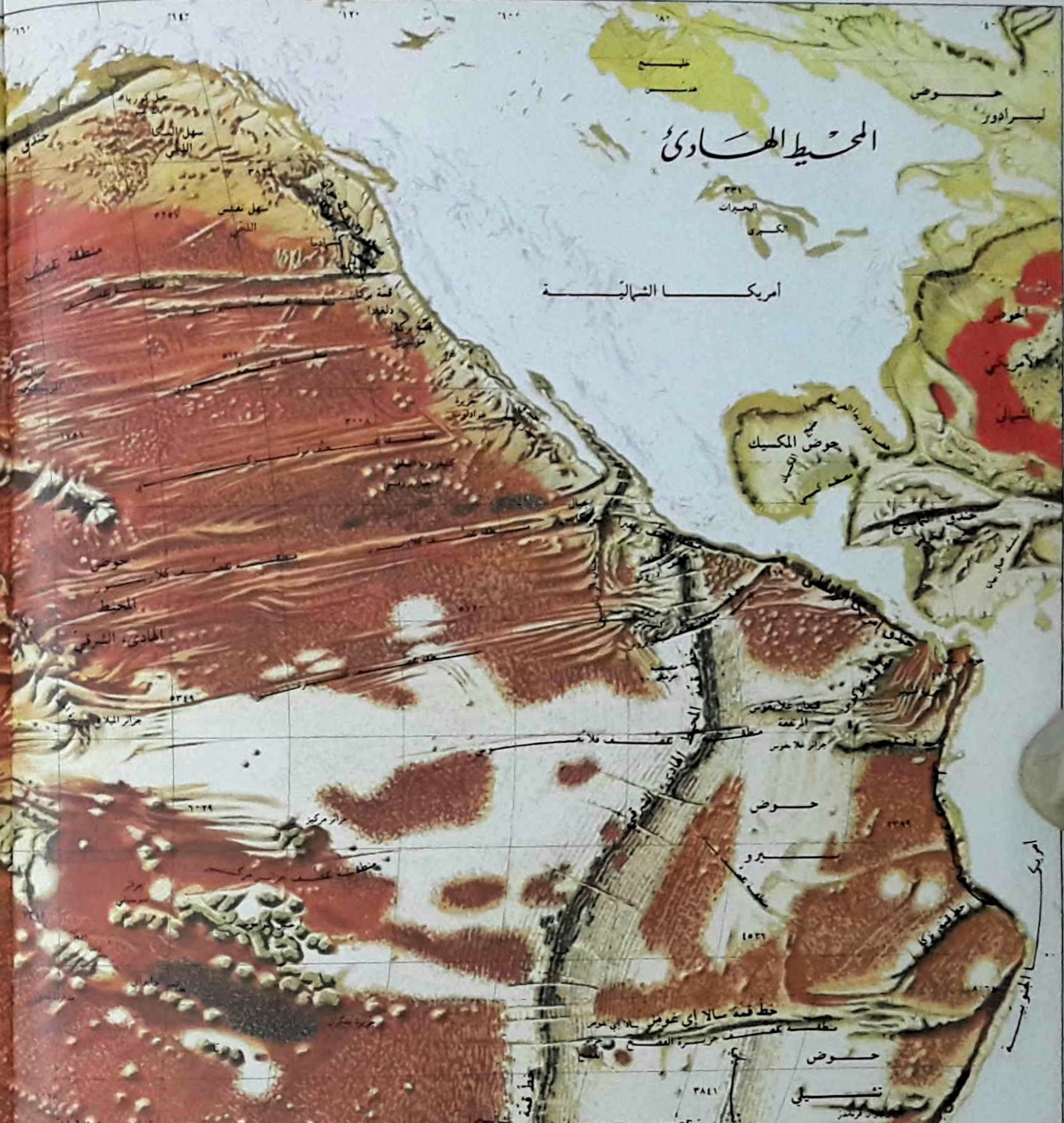
يؤدي الارتفاع البرّي الى السهول الغورية ، وهي كناية عن احواض واسعة فارغة تقطنها اسماك نادرة اكثر غرابة من السابقة وديدان ونجميّات هشة ورخويات تسبح بِحُرّية في الاعماق ، وليس هنا من حياة نباتية تستحق الذكر · فوق هذه السهول ، ترتفع سلاسل ضخمة من الجبال (١) ، وهي مرتفعات اواسط المحيطات ، من عمق يتراوح بين ٤٠٠٠ م و ١٠٠٠ م تحت سطح الماء ، وتبرز احياناً قممها فوق السطح مشكلة الجزر · ترتفع ايضاً الجبال البحرية (٤) انطلاقاً من السهول الغورية ، فتشكل احياناً جزءاً من سلسلة جزر كما في ارخبيل هاواي في المحيط الهادىء ، لكنها كثيراً ما تظهر منعزلة · جميعها تقريباً من اصل بركاني ، وقد يتوّجها المرجان الذي يكون قد تكوّن عندما كانت قريبة من سطح الماء ·

خرائط قيعان البحار

في الصفحات التالية خرائط لقيعان المحيطات الخمسة · اختير نظام الاسقاط المستعمل هنا بقصد ابراز أهمية البحار بالنسبة الى اليابسة ، كما اختيرت الالوان التي يظن انها موجودة في قيعان البحار · تظهر الارصفة القارية بلون رمادي اخضر هو لون الردغة البرية · أما المناطق العميقة المؤلفة من الردغة الكلسية ، فقد مثّلت باللون الرمادي الفاتح واللون الاصفر البرتقالي ·



المحيط الأطلسي
أمريكا الشمالية
أوروبا
إفريقيا
أمريكا الجنوبية
غرينلند
خليج هدسون
حوض فنزويلا
الحوض الكولومبي
حوض كناري
حوض الأرجنتين
حوض المحيط الأطلسي الجنوبي الشرقي
الحوض الأطلسي الهندي
سهل وِدل اللُّجي
بحر وِدل
أنتركتيكا
أنتركتيكا



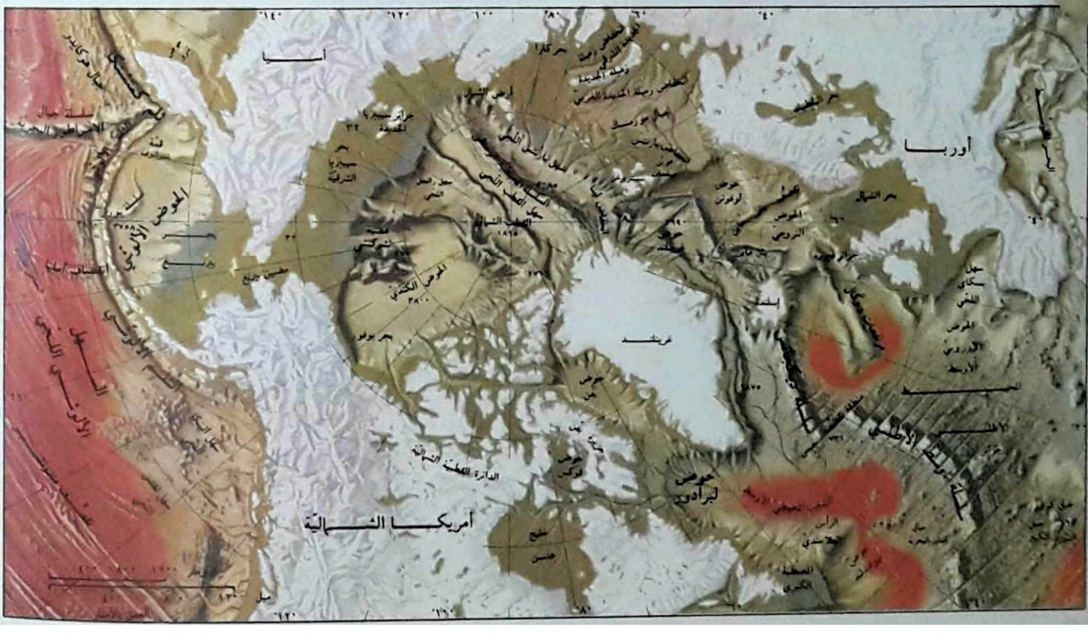
المحيط الهادئ
أمريكا الشمالية
حوض المكسيك
حوض بيرو
حوض تشيلي
خط قمة سالا إي غوميز



آسيا
أستراليا
حوض
اليابان
البحر
الأصفر
كوريا
خندق كوريل
خندق كمشتكا
بورنيو
حوض
سليبس
غينية الجديدة
قاع جزائر
سليمان المرتفع
٤٤٦٢
ناورو
هضبة
فيجي
هضبة
العالم الطبيعي
جاوه
بحر جاوه
هضبة
كمبل
حوض
الزمرد
١١٢٥



المحيط الهندي والبحار القطبية




آسـيا
إفريقيـا
استراليـا
البحر العربي
خليج البنغال
بحر الصين الجنوبية
قمة الهندوس الركانية ٣١٥٨
الحوض العربي
قمة القاع الركانية
حوض كوكوس
الحوض الهندي الأوسط
خط الاستواء
مدغشقر
حوض كروزه
الحوض الاسترالي الغربي
الحوض الهندي الجنوبي
الحوض الهندي
سهل أندربي اللجي
الجنوبي
العمق بالأمتار

استكشاف المحيطات

الانسان يقدر ويستغل موارد البحر التي لم تستخدم بعد من اغذية ومعادن وطاقة ·

يكاد الانسان يجهل طوبوغرافية قيعان المحيطات جهله لوجه القمر غير المنظور · فالعلم ما يزال بعيدا عن اكتشاف الكثير من الحقائق عن ثلثي كرتنا البحريين ، ولم تعد البحوث البحرية مجرد تطفل علمي ، اذ بدأ

الملاحظات الباكرة

تعود اولى الملاحظات العلمية حول البحر الى ارسطو (٣٨٤ ـ ٣٢٢ ق·م) الذي وصف ١٨٠ نوعا من الحيوانات البحرية · لم يتم تقدم يذكر في هذا الحقل قبل عهد الاكتشافات في القرنين الخامس عشر والسادس

١



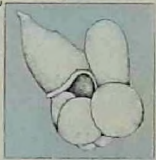
٢ أ



ب



٣ أ



ب



٤ أ



ب



٥



(١) ـ كان رفع الرواسب من قاع البحر عمل بطيء وممل لا يستسيغه بحارة تشالنجر الدين لم يكن ليلهبهم حماس العلماء · كانت الكرّاءة المثبتة في طرف حبل تغوص بفعل انزلاق قطعة ثقيلة على الحبل ·

(٢) ـ يثبت على قنينة نانسن ميزانا حرارة مقلوبان · يصان الميزان الاول (أ) لعزله عن الضغط . وهو يسجل درجة الحرارة عندما تبدأ القنينة عملها · اما الميزان غير المصان (ب). فشبيه بالأول . لكن ضغط الماء يشدّ على خزانه بحيث يعطي التغيرات في درجة الحرارة والعمق · اما موازين الحرارة الصغيرة المساعدة ، فهي تعطي درجة الحرارة في وقت قراءتها . وهذا القياس الاضافي مفيد كعامل تصحيح للحسابات الاخرى ·

(٣) ـ اول خريطة عالمية للرواسب البحرية تمت على يد بعثة تشالنجر · اكتشفت البعثة مساحات واسعة تكسوها هياكل حيوانات وحيدة الخلية (اكثرها من المنخربات والشعاعيات) وأشنات (دياتومات) · للمنخربات (أ) محارة كلسية . اما محارة الشعاعيات (ب) فمن السيليكون · كذلك اكتشفت تشالنجر ٣٥٠٨ أنواع جديدة من الشعاعيات ·

(٤) ـ درست بعثة تشالنجر ايضا انواع العوالق . كالمشطيات الهلامية (أ) والمجذافيات الأرجل (ب) التي هي نوع من القشريات الدقيقة ·

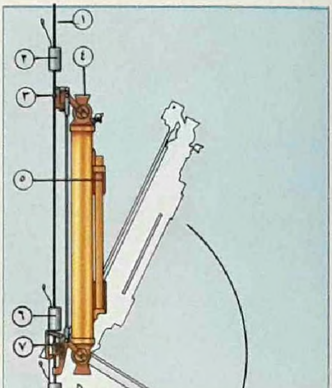
(٥) ـ كانت هذه الكرّاءة تستعمل لالتقاط عينات حياتية من اعماق المحيط ·

عشر ، التي حسنت معرفتنا لجغرافية البحار وتياراتها . ففي عام ١٦٧٠ ، نشر العالم الارلندي روبرت بويل (١٦٢٧ ـ ١٦٩١) « ملاحظات وتجارب حول ملوحة البحر » .

يستحق الكونت الايطالي لويجي مرسيلي (١٦٥٨ ـ ١٧٣٠) ، المعاصر لبويل ، لقب اول عالم بالمحيطات ، لأنه درس عالم البحر بكامله ، من نباتاته وحيواناته الى تياراته . وقد اخترع مقياس التيارات المروحي واكتشف التيار المعاكس العميق في البوسفور وعزاه بحق الى الفرق بالملوحة بين مياه البحر الاسود ومياه البحر المتوسط .

في القرن الثامن عشر ، نشر الأمريكي بنجامن فرانكلين (١٧٠٦ ـ ١٧٩٠) خريطة للغولف ستريم قصّرت مدة سفر سفن البريد بين امريكا الشمالية وانجلترا . وقضى جيمس كوك (١٧٢٨ ـ ٧٩) نهائيا ، خلال رحلاته الشهيرة في المحيط الهادىء بين عامي ١٧٦٨

٦

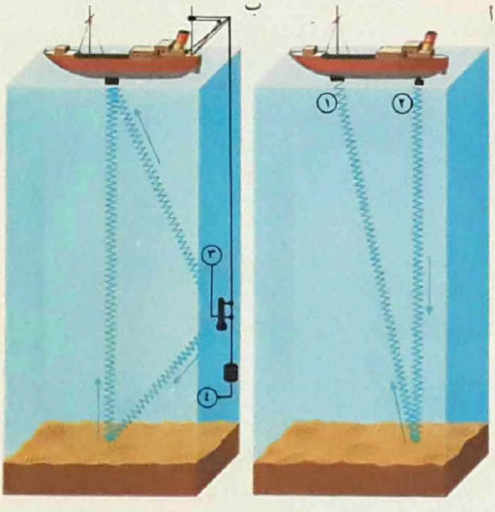


٧



٨ ا

ب



(٦) ـ تمكّن قنينة نانسن من اخذ العينات في المياه العميقة . القناني مثبتة بمسافات معيّنة على السلك (١) . عند بلوغ العمق المرغوب فيه ، ينزلق ثقل (٢) على السلك ، فيصدم مزلاج (٣) القنينة الاولى ، فتدور حول طرفها الاسفل القابض وتقفل الصمامات (٤) وتشغّل موازين الحرارة (٥) . عندئذ يتابع الثقل انزلاقه على السلك (٦) ، فيحرك رافعة (٧) تطلق ثقلا جديدا يدفع بالقنينة التالية الى العمل بدورها وهكذا دواليك .

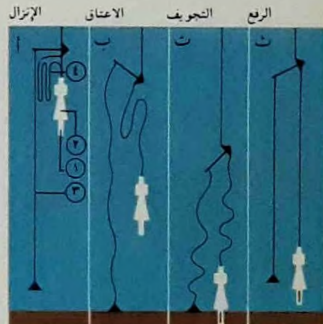
(٧) ـ تسجّل « مسجلة حرارة الاعماق » درجات الحرارة والعمق حتى ٣٠٠ م . لكن ليس لها دقة موازين الحرارة المقلوبة ولا امكاناتها .

(٨) ـ « السبر بالصدى » يسمح بقياس العمق استنادا الى سرعة انتقال الصوت في الماء ، وذلك بتوقيت الفترة الفاصلة بين ارسال الاشارة الصوتية ووصول صداها العائد من القاع . في (أ) تركب المرسلة (١) واللاقطة (٢) على السفينة ويقاس عمق الماء . في (ب) يحدّد ارتفاع آلة (٤) فوق القاع بوضع مصدر الاشارة الصوتية (٣) مباشرة بالقرب من هذه الآلة .

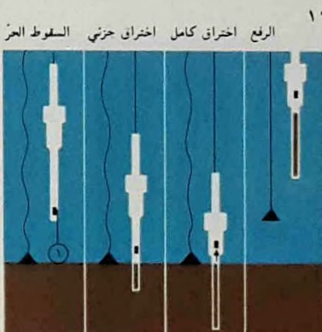
و ١٧٧٩ . على الاسطورة الجغرافية القائلة بوجود قارة في جنوبي المحيط الهادىء .

في مستهل القرن التاسع عشر ، وصف الالماني الكسندر فون همبولت (١٧٦٩ - ١٨٥٩) التيار البارد الصاعد على طول ساحل جبال الانديس حتى جزر الغلباغوس . وفي عام ١٨٣٥ ، زار العالم الطبيعي الانجليزي تشارلز دارون (١٨٠٩ - ١٨٨٢) هذه الجزر خلال رحلته حول العالم على ظهر السفينة بيغل . قام دارون بملاحظات عديدة تتعلق بالبحر ، منها ما يتعلق بالبلانكتون ، وتقدم ايضا بنظرية حول اصل الحواجز المرجانية جاء حفر بئر في جزيرة انيويتوك المرجانية عام ١٩٥٢ يثبت ، بعد اكثر من قرن كامل من النقاش الحاد ، انها صحيحة . وفي منتصف القرن التاسع عشر ، نشر اللفتننت متيو فونتان موري من بحرية الولايات المتحدة (١٨٠٦ - ١٨٧٣) ، استنادا الى معلومات مستقاة من

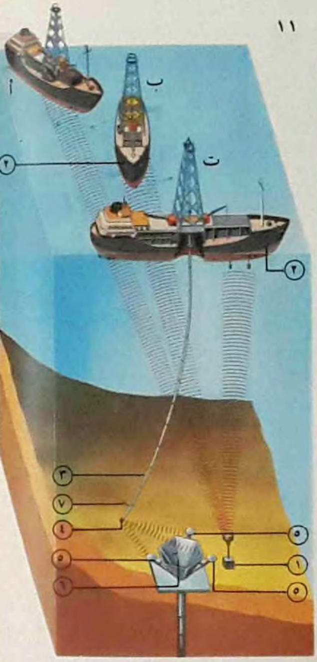
٩



١٠



١١



١٢



١٣



(٩) – تتألف « آخذة العينات بالثقل » . التي تأخذ العينات من الرواسب الغورية ، من انبوب معدني (١) مثقل بالرصاص (٢) ومربوط به مسيّب (٣) . ترسل الآلة المعلقة بحبل الى الاعماق (أ) فيما يكون اسفل الحبل متكورا (٤) . عندما يمس المسيّب القاع (ب) ، يمتد الحبل المتكور ويستقيم ، فيسقط الانبوب غائصا في الرواسب (ت) . عند عودته الى السطح (ج) ، ترتفع معه العيّنة التي تكون قد التصقت به في القاع .

(١٠) – « آخذة العيّنات بالمكبس » آلة اكثر اتقانا من السابقة ، اذ زاد من قدرتها على التوغل في الرواسب مكبس داخلي (١) . تستطيع هذه الآلة الحصول على عيّنة يربو طولها على العشرين مترا ، بينما الحد الاقصى لطول عيّنة النوع الاول لا يتعدى المترين .

---

(١١) – تثبّت سفينة الحفر الأمريكية غلومر تشالنجر في مكانها في عرض البحر بواسطة جهاز تثبيت ديناميكي ، يحسب انحراف السفينة

سجلات السفن، « خرائط الرياح والتيارات »، التي كانت اولى الخرائط المعروفة باسم « خرائط الدليل ».

بعثة تشالنجر

كان من تأثير اكتشافات العلماء الاوائل والمسائل العديدة التي طرحوها وظلت بدون جواب ان تولّت الحكومة البريطانية عام ١٨٧٢ تمويل مشروع ابحار بعثة حول العالم.

١٤



بواسطة منارة سونار (١) ويصحح بصورة آلية (أ، ب، ج) بواسطة مراوح الجؤجؤ الجانبية (٢) والدافع الرئيسي. عندما يصار الى استبدال مثقب اصابه التلف في طرف سلك الحفر، يوجه جهاز سوناري (٤) هذا السلك (٣) الى موقع عمله بعد تحديد هذا الموقع بالنسبة الى ٣ عاكسات سونارية (٥) موضوعة حول البئر (٦). اخيرا يوجه السلك نحو القمع بواسطة جهاز دفع جانبي في غاية الدقة (٧).

(١٢) ـ دافيد ستار جوردن، مجهزة بمرفاعين ورافعتين لنقل الادوات العلمية. هناك بئر محفورة في وسط هيكل السفينة للقيام بالحفريات. تدفع السفينة مروحتان دويريّتان تسمحان بتحريكها في جميع الاتجاهات بسهولة تامة. هناك جهاز اوتوماتيكي خاص يعطي بالأرقام موقع السفينة عرضا وطولا.

(١٣) ـ من الادوات المستعملة على سطح تشالنجر: كرّاءة (أ) تغوص الى عمق معيّن متصلة بطوّافة على سطح الماء تشير بتحركاتها الى اتجاهات الكرّاءة، مسبار بائي (ب) الذي يقيس العمق ويلتقط عيّنات من الرواسب؛ قنينة الانزلاق (ت) التي تغوص وتعود بعيّنات من الماء تؤخذ من القاع ويتم تحليلها في المختبر على ظهر السفينة.

(١٤) ـ « شبكة التقاط العوالق » مخروط من الموسلين الرقيق تبقي طرفه الواسع منفتحا طارة خاصة، وتشده الى اسفل قطعة من الرصاص معلقة على سلك. اما طرف الشبكة الضيق، فهو مربوط الى عنق قنّينة تلتقط العوالق.

فوضعت البحرية الملكية سفينة تحت تصرف هذه البعثة اسمها تشالنجر.

قطعت تشالنجر، تحت قيادة تشالرز وإيفيل تومسون (١٨٣٠ ـ ١٨٨٢) العلمية، مسافة ٦٩٠٠٠ ميل بحري.

كانت النتيجة ان بعثة تشالنجر حددت الصفات العامة لقاع المحيط وطبيعة الرواسب، واكتشفت ٤٤١٧ نوعا نباتيا وحيوانيا جديدا، كما بيّنت ان الحياة موجودة في اعمق الاغوار. فدشنت بذلك علم المحيطات الحديث.

علم المحيطات الحديث

استعملت بعثات جديدة لاحقة تقنات وادوات اكثر اتقانا. فقد اخترع المستكشف القطبي النروجي فريدتيوف نانسن (١٨٦١ ـ ١٩٣٠) قنينة استخراج العيّنات (٦) من الاعماق التي حملت اسمه والتي يمكن وضع موازين حرارة فيها لتحديد درجة الحرارة في الاعماق (٢). كذلك تحسنت شبكات العوالق (٧)، وتم اختراع آلات محكمة مثل مسجلة حرارة الاعماق (٧).

في عام ١٩٦١، جاء مشروع « موهول » الذي حاولت تنفيذه سفينة الحفر الأمريكية « ك و س س أ ي » (وهي الاحرف الاولى للشركات النفطية المشتركة في المشروع) فدشّن عهدا جديدا في العلوم الارضية البحرية. صحيح ان السفينة لم تفلح في الحفر حتى طبقة الغلاف الارضي، لكن الخبرة التي اكتسبتها اسهمت في مشروع آخر للحفر في عرض البحر بدأ عام ١٩٦٨ مع « غلومر تشالنجر ». في هذه المرة، كشف الأمريكيون عن امتداد القيعان المحيطية.

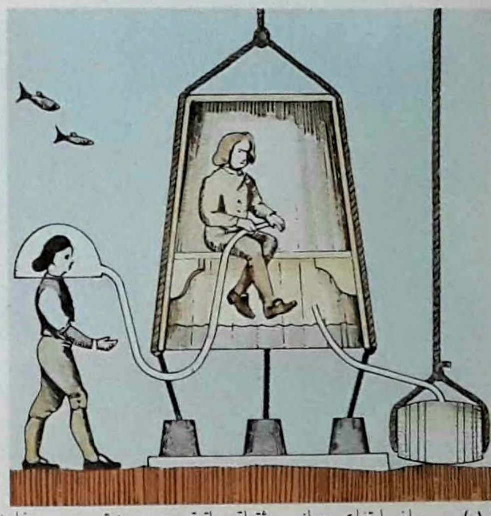
الانسان تحت البحر

منذ قرون والانسان يسعى الى اقتحام عالم ما تحت البحر. ففي القرن الرابع ق.م. غطس الاسكندر ذو القرنين (٣٥٦ - ٣٢٣ ق.م) تحت الماء في جهاز من زجاج، واستخدم غواصين في عمليات حربية، كعملية حصار صور (٣٣٤ ق.م).

أجهزة الغوص الاولى

تعود اجهزة الغوص الاولى التي تستحق الذكر، وهي كناية عن اجراس قاعدتها مفتوحة ويمدها بالهواء انبوب منطلق من سطح البحر، الى القرن السادس عشر. ففي عام ١٦٦٣ - ١٦٦٤، استُخدم احد هذه

١



٢



٣



(١) - يبلغ ارتفاع جهاز ادموند هالي (١٧٢٠) للغوص ٢.٤ م وعرضه في القاعدة ١.٥ م. صنع من الخشب، وله نوافذ زجاجية وأثقال من الرصاص. كان يزوده بالهواء برميلان ملبسان بالرصاص، كلما فرغ احدهما يرفع الى السطح ليعبأ بالهواء ثم ينزل من جديد.

(٢) - يتألف « لباس الغوص الكلاسيكي » من خوذة معدنية ثقيلة وواقية صدر معدنية ومن ثوب من القماش المسيك ومن حذاء نعله من رصاص ومن انبوب يدخل فيه الهواء من السطح.

(٣) - « لباس الغوص المستقل » بزة ليّنة يتنشق لابسها هواء آتياً من قنينتين على ظهره ومضغوطاً بضغط يساوي ضغط الماء المجاور.

(٤) - يستطيع لباس الغوص هذا (في الرسم) الذي سماه صانعوه باسم « جيم » مقاومة الضغط على عمق ٣٠٠ متر. لا تستطيع الذراعان والساقان المربوطة بمفاصل القيام الا بحركات محدودة. يمسك الغوّاص الادوات بواسطة ملاقط يدوية. في هذا اللباس، يعمل الغواص تحت الضغط الجوّي لا تحت الضغط المجاور، وهذا ما يسمح بالاستغناء عن عملية تخفيف الضغط. يزيل مرشّح بالجير الصودي ثاني اكسيد الكربون. ويأتي الاكسيجين من قنينتين مثبتتين على ظهر الغواص.

(٥) - تمكن حجرة تخفيف الضغط الغائصة من معالجة غواص مجروح او اصيب بعوارض تغير الضغط. يتم ادخاله الى الحجرة بواسطة زورق صغير (الى اليسار)

الاجراس لانتشال ٥٣ مدفعاً من السفينة السويدية « فازا » . ثم بنى اول جرس يتسع لأكثر من غواص واحد (١) عام ١٦٩٠ ادموند هالّي (١٦٥٦ ـ ١٧٤٢) الذي ما يزال مبدؤه نافذاً في الاشغال المرفئية وفي عمليات الانقاذ . كذلك ما يزال لباس الغطس الكلاسيكي ، المجهز بخوذة والذي اخترعه اوغسطوس زيبه عام ١٨٣٧ (٢) ، مستعملاً في اشغال البناء التي تتم حتى عمق ٦٠ متراً .

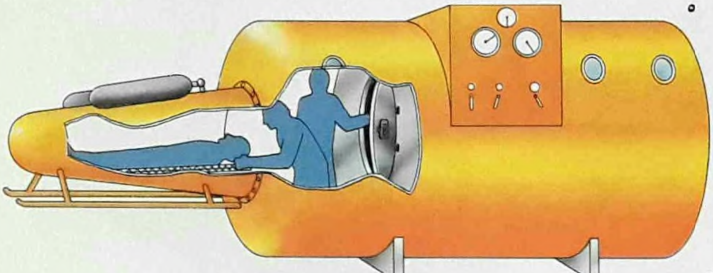
لكن لباس الغوص الذي يعطي الغوّاص اكبر مقدار من سهولة التحرّك هو المغطسة التي صنعها جاك إيف كوستو واميل غانيان عام ١٩٤٣ (٣) . كي لا يسحق الماء الجسم ، يجب ان يكون ضغط الهواء المزوّد به الغواص بواسطة مضخّة او جهاز تنفسي آخر معادلاً لضغط الماء المحيط به . على عمق اقل من ١٠ امتار ، يعادل ضغط الماء الضغط الجوي ، ويزداد الضغط بهذا القدر (أي

٤

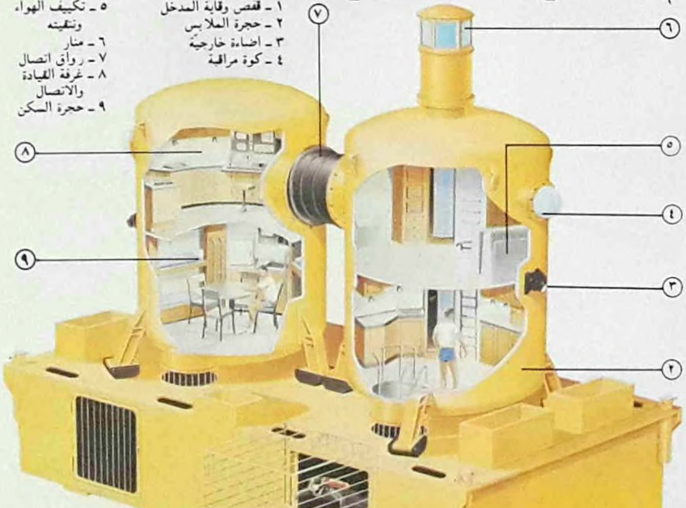


مجهز بخزّان هواء مضغوط . بهذه الطريقة تتم مراقبة سرعة تخفيف الضغط والعودة الى الضغط الطبيعي بعناية تامة .

٥



٦



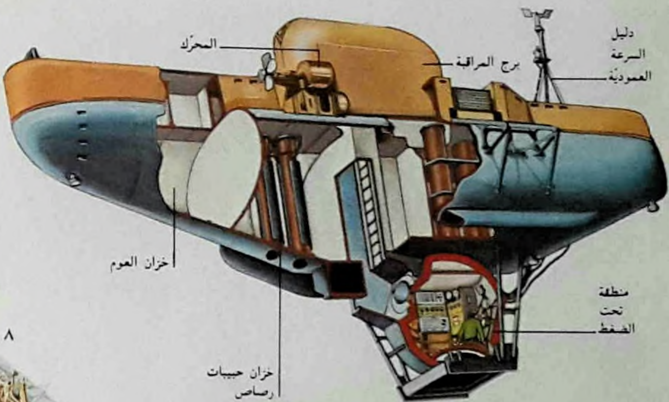
(٦) ـ ضُمم « مسكن تحت الماء » المسمى تكتايت لدراسة ما يحلّ بالعلماء الذين يعملون فترات طويلة وهم في حالة التشبع . وهو يتسع لأربعة اشخاص او خمسة .

بمقدار ما يسمّى بالضغط الجوي) كل ١٠ امتار اخرى في العمق · عند تنشُّق الهواء المضغوط اكثر مما يجب . يذوب الازوت (الذي يشكل ٨٠ ٪ من الهواء) في الدم وفي الانسجة · لكنه يعود الى شكله الغازي في الاعضاء وفي الدورة الدموية اذا خف الضغط فجأة . فيسبب مرض هبوط الضغط الذي يسمى « داء الغواصين » · كذلك اذا صعد الغواص بسرعة من عمق يزيد على ١٤ متراً . فلا يخرج الازوت الموجود في دمه عن طريق الرئتين كالعادة . بل يحدث فقاقيع في عروقه تعيق جريان الدم ·

على عمق يربو على ٤٠ متراً . قد يحدث الازوت الذائب حالة من التخدّر عند الغواص . تربكه او تهيّج فيه مشاعر المرح والخفة الى حد انه يخلع عنه جهاز التنفس ·

في عام ١٩٦٨ . تم اعمق غوص في البحار بجهاز تنفسي . فبلغ عمق ١٣٣ م · اصطنعت

٧



(٧) ـ غواصة الاعماق « ف · ر · ن · س ـ ٣ » كناية عن كرة تحت الضغط مجهّزة بكوة للدخول وبنافذة مخروطية من البلكسيغلاس · يتم الدخول اليها من ترعة مسيكة · توضع خزّانات العوم في حجيرات مصنوعة من صفائح معدنية خفيفة ومليئة بالبنزين الذي هو اخف من الماء · للنزول في الماء . يجب اغراق الخزانات الاخرى وكوة الدخول · للتحرك جانبياً في العمق . يستعان بمحركات كهربائية · للصعود . ترمى الاثقال الرصاصية ·

٨



(٨) ـ تستطيع الغواصة « فول ـ ١ » النزول الى عمق ٣٦٥ م · يقيم القبطان والمراقب ورئيس الغوص في جناح امامي تحت ضغط جوّي · يوضع الغوّاصان في حجرة العمل تحت ضغط يساوي ضغط العمق الذي يعملان فيه ·



(٩) ـ طول الغواصة « بيسس ٣ » يبلغ ٥،٨ م ووزنها ١٠،٨ أطنان . وهي تستطيع الغوص الى عمق ١١٠٠ م على الأكثر · يتم انزالها في الماء من فتحة في مؤخرة السفينة القاعدة ·

(١٠) ـ تستعمل الغواصات لاغراض البحث العلمي ولأعمال البناء تحت الماء · لها اذرع مائية تحمل فيها ادوات واجهزة تلفيزيونية او فوتوغرافية · يعطي الرسم البياني الحد الاقصى للاعماق التي يمكن لبعض غواصات البحث العمل فيها ·

فيما بعد غوصات اصطناعية كانت اعمق بكثير في صناديق مضغوطة · ففي عام ١٩٧٠ ، بقي غواصان مدة ١٠ ساعات في عمق يعادل ٤٥٧ متراً تقريباً ، لكن عملية الغوص وعملية تخفيف الضغط اللاحقة استغرقتا مدة ١٥ يوماً ·

« غوص التشبع »

وضعت تقنات « غوص التشبع » لتحاشي الاضرار التي تكتنف عملية تخفيف الضغط بعد كل غوص · في هذه التقنة ، يتنشق الغواص طيلة مدة ٢٤ ساعة هواء اصطناعياً خالياً من الازوت (كالهواء المركب من مزيج الاكسيجين والهيليوم) وموضوعاً تحت درجة معينة من الضغط ، فيصبح جسمه « متشبعاً » في حدود هذه الدرجة ، فيستطيع تحمل هذا الضغط لمدة عدة اسابيع ، وهذا ما يزيد في طاقته على العمل وما يجعل عملية واحدة لتخفيف الضغط بعد الغوص كافية ·

غواصات للصناعة والبحث

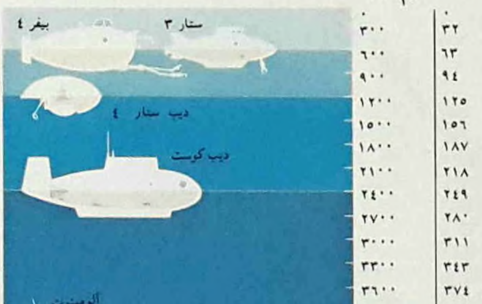
صنع كورنيليوس فان درِبْله عام ١٦٢٠ احدى الغواصات الاولى · كانت تسير في نهر الثيمز على عمق ٥ امتار يدفعها ١٢ جذافاً · صنعت غواصات صغيرة في ما بعد خصوصاً لأهداف عسكرية ، حتى حلّ عام ١٩٦٠ ، فاتجهت النية لأول مرة الى صنع غواصات معدّة للبحث العلمي او للبناء تحت الماء · منذ ذلك الحين ، صُنع اكثر من خمسين غواصة من هذا النوع ·

منذ عام ١٩٧٣ ، اخذ استعمال الغواصات يتزايد في صناعات النفط والغاز الطبيعي لمراقبة انابيب النفط والقيام بالتصليحات وتقصي مواقع الحفر في البحر · عام ١٩٣٠ بدأ العمل الجدي لسبر الاغوار العميقة ، وذلك عندما غاص اوتيس برتون ووليم بيب الى عمق ٤٢٥ م قبالة جزر برمودا في غواصة الاعماق الفولاذية التي نزلت تحت الماء يمسكها سلك معلق بسفينة · وفي عام ١٩٦٠ ، وصل جاك بيكار ودونلد والش في هوة جزر مريانا الى عمق ١٠٫٩١٧ م في غواصة الاعماق تريستا ·

٩



١٠



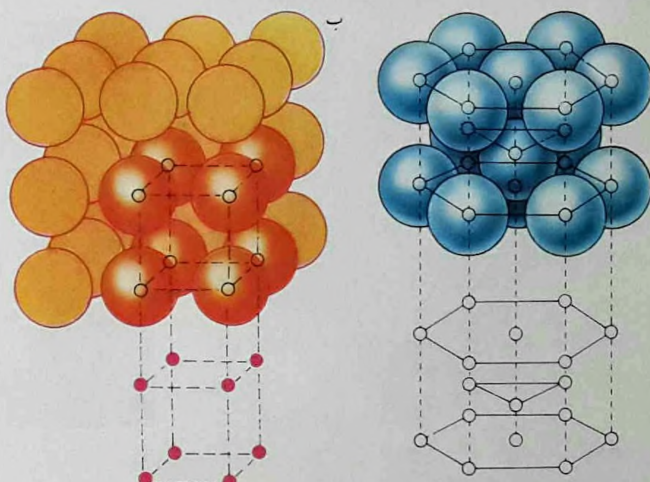
البلّوريّات : أشكالها وبُنياتها

البلوريات جوامد تتميز بانتظام ترتيب ذراتها وايوناتها وجزيئاتها · ان انتظام الحالة البلورية التي هي حالة أكثر المواد الصلبة في الطبيعة ـ يضفي على هذه المواد خصائص لا تتميز بها السوائل ولا الغازات ·

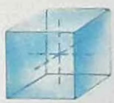
من المعلوم لدى الجميع تقريباً ان الملح الصخري وملح الطعام والسكر مواد بلورية . لكن القلائل يعرفون ان مواد أخرى . كالطين والفولاذ مثلاً . هي بلورية أيضاً ·

بدأ علم البلورات عندما اكتشف العالم الدنماركي نيكولاوس ستينون (١٦٣٨ ـ ١٦٨٦) ان الزوايا بين سطوح بلورات المرو المختلفة ثابتة · ثم جاء عام ١٧٨٣ الفرنسي جان باتيست لويس رومه دى ليل (١٧٣٦ ـ

١ أ ب



٢





(١)ـ تتكون البلورات من تكرار منتظم لكتل متماثلة · يوصف انتظام صفوف الكتل الثلاثية الابعاد بالشبكة السداسية الابعاد في الرسم (أ) وبالشبكة المكعبة البسيطة في (ب) · يبيّن الرسم كيف تتكدس اجزاء الوحدة الخلوية لتكون البلورة · في داخل الوحدة الخلوية يمكن ان توجد ذرة او ايون أو جزيء، أو أكثر · لابسط البلورات . كالنحاس والفضة والذهب . ذرة واحدة في الوحدة الخلوية · قد تحتوي البلورات اللاعضوية على ذرات او جزيئات قد تبلغ المائة . ويكون للمركّبات العضوية . كالبروتينات . ما يقرب من ١٠٠٠٠ ذرة في داخل كل وحدة خلوية ·

---

(٢)ـ يتبلر البيريت حسب النظام التكعيبي · في الوحدة الخلوية جميع المحاور متساوية الطول والزوايا بينها تبلغ ٩٠ · من بين الانظمة البلورية السبعة . النظام التكعيبي وحده لا يستقطب الضوء المار من خلاله · تتخذ البلورات المكعبة احياناً شكلي الثمن السطوح وذي الاثني عشر سطحاً · العقيق الأحمر وملح الطعام والفليوريد هي أيضاً مكعبات ·

---

(٣)ـ ينتمي الكلكوبيريت (كبريتور النحاس) الى النظام الرباعي ·

(٤)ـ الكلسيت (كربونات الكلسيوم) يتبلّر حسب النظام الثلاثي التماثل . وتشبه وحدته الخلوية مكعباً مشدوداً على طول القطر ·

---

(٥)ـ الزبرجد (سيليكات البيريليوم) ينتمي الى نظام التبلر السداسي السطوح . ووحدته الخلوية موشور سداسي السطوح ·

---

(٦)ـ ينتمي الياقوت الأصفر (سيليكات الالومنيوم والفليورين) الى نظام المعين المستقيم . ووحدته الخلوية موشور قائم على قاعدة مربعة ·

١٧٩٠) فبيّن ان الزوايا بين سطوح بلورة ما هي التي تكشف عن المادة التي تتكون منها تلك البلورة ·

لكن ما جعل علم البلورات فرعاً أساسياً من فروع الفيزياء هو اكتشاف الفيزيائي الالماني ماكس فون لاده (١٨٧٩ - ١٩٦٠) انه بالامكان التعرف الى البنية الداخلية للبلورات بواسطة حيود الاشعة السينية (١١) ·

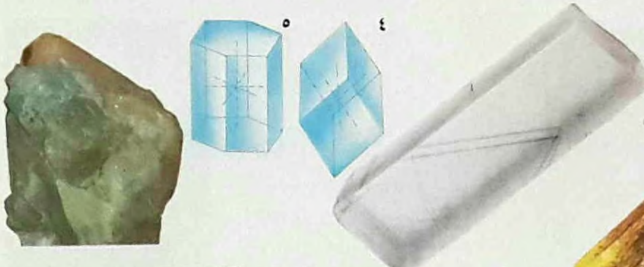
شبائك البلور والانظمة البلورية

تشكل صفوف الجسيمات (الذرات والايونات والجزيئات) في بلورة ما شبيكة . والخليّة هي أبسط وحدة ثلاثية الابعاد في جسم بلوري · يمكن تمثيل الخليّة هندسياً بمجسم زواياه هي مركز للجسيمات · من المفروض ان تكون تلك الجسيمات من نوع واحد . اما الانواع الأخرى (اذا وجدت) ، فانها تكون في داخل الخليّة · فمن الممكن مثلاً

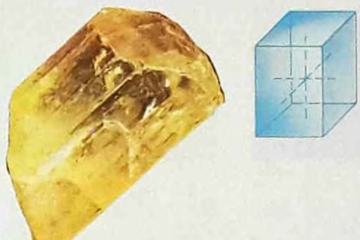
٣



٤ ٥



٦



٨



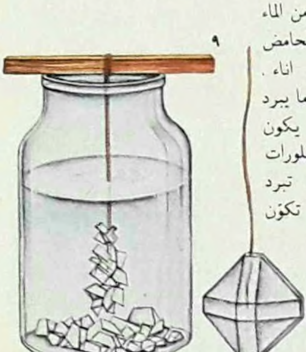
٧



(٧) - الاوجيت ، وهو سيليكات الكلسيوم والمغنيزيوم والحديد والالومينيوم . ينتمي الى النظام الاحادي الميل ، ووحدته الخلوية موشور قائم على قاعدة متوازية الاضلاع ·

(٨) - الكلكنتايت (نوع من سلفات النحاس) لونه ازرق غامق ، ينتمي الى النظام الثلاثي الذي يتميز بخلية واحدة .

٩



(٩) - تندمج الايونات في « حبوب » دقيقة تتكون منها طبقات الشبيكة · اذا اذيب مسحوق الشبّة في قليل من الماء البارد مع قطرة من الحامض الكبريتي ووضع في اناء ، تتكون بلورات الشبّة عندما يبرد المحلول · بقدر ما يكون التبرد بطيئاً . تكون البلورات كبيرة الحجم · يؤدي تبرد الكبريت المنصهر الى تكون بلورات من الكبريت ·

اعتبار الوحدة الخلوية لبلورة من ملح الطعام مكعّباً فيه ثمانية ايونات من الكلور على الزوايا (١ ـ ب) . وايون صوديوم واحد في الوسط · يعكس الشكل الخارجي لبلورة مكتملة النمو تماثل الوحدة الخلوية · فخلية كلورور الصوديوم هي مكعب . لذلك يتخذ ملح الطعام شكل المكعب أو شكلاً قريباً منه جداً كثماني السطوح مثلاً ·

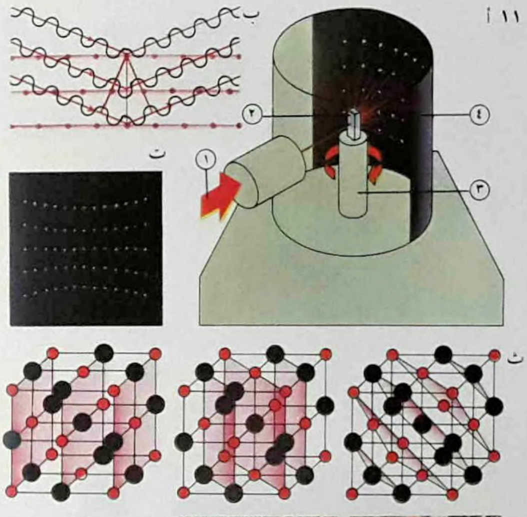
عناصر التماثل في البلوريات هي المحاور والمستويات والمراكز · محور التماثل هو المحور الذي . اذا ادير حوله جسم (بما في ذلك الاجسام البلورية) بزاوية معيّنة . فانه يعطي شكلاً مطابقاً تماماً للشكل الأصلي · أوضح مثال على مستوي التماثل هو المرآة · وأما مركز التماثل . فهو النقطة التي تجعل أي شكل ينقلب رأساً على عقب في الجهة المقابلة لها وعلى مسافة واحدة منها · توجد في البلوريات ٣٢ امكانية لتركيب عناصر

١٠



(١٠) ـ الكلسيت النابيّة التي ترى هنا لها شبيكة كلسيت سبار الاسلندية ذاتها التي ترى في الشكل ٤ ، وللنوعين التماثل الداخلي ذاته ·

١١ أ



(١١)ـ تبعثر الشائك البلورية الاشعة السينية في اتجاهات مختلفة تتوقف على المسافات الموجودة بين مستويات الشبيكة · في داخل الالة (أ) يولّد مصدر الضوء (١) أشعة سينية ذات طول واحد تصدم بلورة (٢) موضوعة على محور دوار (٣) · يحدث الحيود وفاقاً لقانون براغ عندما تمر الأشعة بين المستويات المتوازية للشبيكة (ب) · تكون الاشعة المبعثرة مستقطبة بزوايا معيّنة وتشكل صفوفاً من البقع على شريط فوتوغرافي أسطواني (٤) أو خطوطاً منحنية من البقع على صفيحة مستوية (ت) · قد توجد مستويات مختلفة (ث) باتجاهات مختلفة في البلورة الواحدة ·

١٢



(١٢)ـ الوان البلورات المعدنية التي ترى من خلال مجهر استقطابي في مقطع رقيق من احد الصخور تساعد على التعرف الى البلورات في هذا المقطع الصخري · الضوء المستقطب (الضوء المتذبذب في سطح واحد) المار من خلال المجهر ومن خلال المقطع الرقيق يعوج بسبب البنية الداخلية للبلورات . وهذا الاعوجاج هو مايسبّب الالوان ·

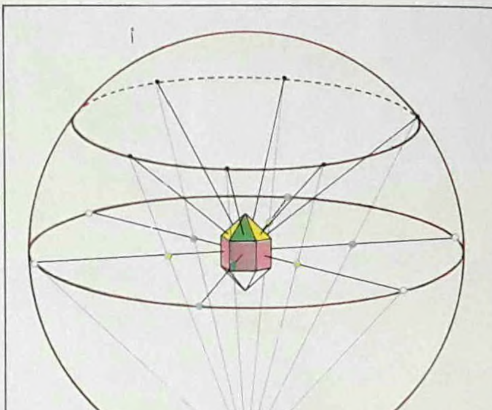
(١٣)ـ يستعمل الاسقاط المجسم لتمثيل بلورة ثلاثية الابعاد كشكل ذي بعدين · الحسابات الرياضية معقدة جداً . لكن توضع البلورة مبدئياً في مركز كرة . وترسم انطلاقاً من كل سطح خطوط معامدة تمتد الى سطح الكرة (أ) . ثم تربط هذه النقط الظاهرة في نصف الكرة الشمالي بالقطب الجنوبي ·

التماثل . وهذه الفئات الـ **٣٢** مجموعة في سبعة انظمة (**٢ ـ ٨**) .

فحص الشبائك البلورية بالأشعة السينية

يستدل الى شكل الوحدة الخلوية وحجمها والى موقع الجسيمات فيها بالاشعة السينية . لهذه الأشعة موجات قصيرة جداً توازي تقريباً الفسحات بين مستويات شبائك

١٢



كما تسجل النقط التي عندها تقطع خطوط الترابط خط الاستواء . في جميع البلورات تكون الزوايا بين السطوح المتناظرة دائماً متساوية أياً كان اعوجاج البلورة . وهكذا يبقى الاسقاط المجسم واحداً في جميع الحالات . من هنا تحدث بلورتا المرو المعوجتان **(ب)** الاسقاط ذاته . على الرغم من الفوارق بين احجام سطوحهما المتناظرة (ت) .

البلور . وهي بالتالي تحيد لدى اصطدامها بهذه المستويات . يحدد قانون العالم براغ العلاقة بين طول موجات الاشعة والمسافة الفاصلة بين مستويات الشبائك المتوازية وزاوية سقوط الاشعة (**١١ ـ ب**) . فباستعمال اشعة سينية ذات أطوال معيّنة . وبقياس زوايا السقوط حيث يحدث الحيود . يمكن حساب المسافة بين مستويات الشبائك . وبما انه من المسلم به ان الذرات والايونات أو الجزيئات تتلامس . فهذه المسافة تعطي أيضاً قطر الجسيمات .

خاصيات البلورات

يؤثر حجم البلورات وشكلها في معدن ما على خاصيات هذا المعدن الميكانيكية . فالضغط والكلال والمقاومة تتوقف كلها على البلورات. كذلك الشوائب في الشبيكة . وان لم تشكل سوى بعض اجزاء من ألف مليون من حجمها . فهي التي تسبب خاصيات التوصيل لدى بعض المواد كالسيليكون والجرمانيوم . تتأثر أيضاً الخاصيات المغنطيسية لكثير من المواد بترتيب البلورات الداخلي وبشكلها . تستجيب بعض البلورات للاهتزازات والذبذبات بانتاج الكهرباء (الكهربائية الاجهادية) وهذا هو المبدأ الذي تقوم عليه ابر مخرجات الصوت . المبدأ المعاكس يطبّق في ناقلات الطاقة فوق السمعية وفي ساعات الكوارتز . بامكان البلورات الشفافة المنتمية الى أي واحد من الانظمة البلورية السبعة . باستثناء المكعب منها . ان تدير مستوى استقطاب الضوء المستقطب (**١٢**) . تتألف بعض الصفائح أو النظارات المستقطبة من بلورات في غاية الصغر .

معدنيات القشرة الأرضيّة

ليس الصخر كتلة متجانسة . فليس اذن تركيبه الكيميائي واحداً من نقطة الى أخرى . بالحقيقة . الصخور هي كتل من معدنيات تتفاوت في تنوعها وكميتها . عندما تذكر المعادن . اول ما يتبادر للذهن عادة المعدنيات ذات القيمة الاقتصادية ، من حجارة كريمة ومعادن أخرى . لكن هذه لا تشكل الا القليل من عالم المعدنيات . واكثر المعدنيات انتشاراً هي التي تشكل الصخور التي منها تتكون القشرة الارضية وكل ما عليها من حجارة .

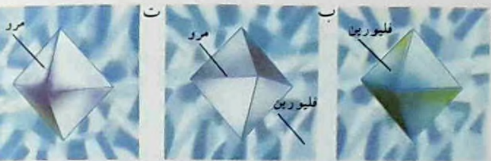
المواد المكونة للصخور

المعدنيات اجسام طبيعية لا عضوية مكوّنة

١ أ ب ت



٢ أ ب ت



٣



٤



(١) - البلور جسم جامد يتميز بترتيب منتظم لجزيئاته وذراته يتجلّى في نظام شبكي الشكل يعكس، في مظهره الخارجي، تماثل البنية الداخلي . بعض البلورات كالسكر (أ) هي عضوية . عين الشمس (ب) معدن عديم الشكل لأن جزيئاته غير منتظمة . اما الكلسيت . فهو كأكثر المعدنيات في حالة بلورية (ت) .

(٢) - التشكل الكاذب هو حلول معدن محل معدن آخر . عندما يحصل ذلك . قد تبقى الاشكال الخارجية على حالها لكن الشبكة البلورية الداخلية تكون مختلفة . يبيّن الرسم بلورة مرو اعطت بلورة فليورين تشكلاً كاذباً . للمرو عادة شكل موشور سداسي الاوجه . لكنه اتخذ هنا شكل الفليورين المثمن الأوجه .

(٣) - عندما يكتمل نمو معدن كالمرو . يقال انه اصبح منتظم الشكل . تحده سطوح مستوية منتظمة وله تماثل خارجي يعكس تماثل نظامه الشبكي الداخلي .

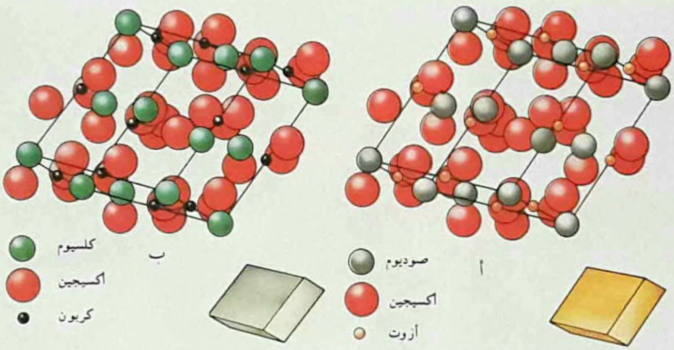
(٤) - المعدنيات التي تكون آخر ما يتبلّر في الصخور تدعى « غير منتظمة الشكل » . لانها تكون قد نشأت في الفجوات التي نتجت عن تجمع المعدنيات المنتظمة الشكل . فلم تتمكن من استكمال نموها . اشكالها الخارجية غير منتظمة . لكنها لم تفقد شبكتها الداخلية . يبيّن الرسم شريحة حجر صوان ، المرو ، وهو غير منتظم الشكل . تبلّر بعد الفلسبار المنتظم الشكل .

(٥) - من الممكن ان تكون لمعدنيات مختلفة في تركيبها الكيميائي البنيات الداخلية ذاتها وبالتالي الاشكال الخارجية ذاتها . هذا ما يسمى « تشابه الشكل » . ويشهد عليه هنا الكلسيت (أ) ونترات الصوديوم (ب) . اذا كانت احجام الذرات متقاربة . فمن الممكن ان يحصل في المعدنيات المتشابهة الشكل تبادل بين العناصر . كذلك من الممكن . اذا كانت البلورات ذات تركيب كيميائي متقارب . ان تحل بسهولة ذرة محل ذرة أخرى .

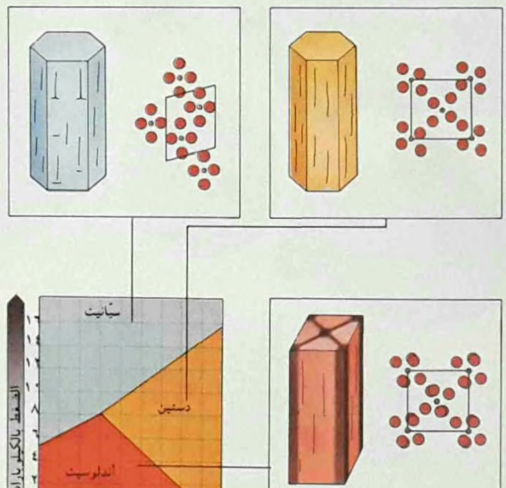
من عنصر واحد أو من عدة عناصر · اكثرها ذو تركيب كيميائي ثابت وفي حالة بلّوريّة (١) · لكن هناك معدنيات تشذ عن هذا الحكم · فحجر عين الشمس أو الاوبال (١ ب) مثلاً ليس بلورياً ·

تتمثل نسبة عناصر الأرض المختلفة في تركيب المعدنيات · فالاكسيجين الذي هو أكثر العناصر وفرة في الطبيعة هو ايضاً المكوّن الاساسي للمعدنيات ؛ السيليكون أيضاً عنصر وافر جداً في الطبيعة وكذلك السيليكا (اكسيد السيليكون) وهما يدخلان في تركيب العديد من المعدنيّات ؛ قد يكون المرو (٣، ٤) مادة سيليكية صافية وهو موجود بكثرة . لكن من طبيعة السيليكا انه يدخل مع عناصر اخرى ليشكل المعدنيات الصخرية العديدة المعروفة بالسيليكات · فالزبرجد الزيتوني مثلاً ، وهو سيليكات متوافر في الصخور النارية التي لا يكون المرو فيها صافياً . مكون من السيليكا

٥



٦



(٦) ـ تسمى المركبات التي قد يكون لها أكثر من بنية بلورية واحدة مركبات « متعددة الشكل » . وهي تعطي عدة انواع من المعدنيات · اما بنيتها ، فتتوقف على ظروف الضغط والحرارة عند التبلر ·

٧



(٧) ـ حفرة مكشوفة لمنجم نحاس في مونتانا ، الولايات المتحدة ، ينتج معدنا خاما في شكل معادن كبريتيدية من النحاس . يستخرج المعدن بهذه الطريقة عندما يصادف المعدن موضوع الاستثمار اقرب الى سطح الارض . اذ عندما تزال قشرة الارض والصخر ينفجر المعدن الخام متفككا ـ او اذا كان رخوا بما فيه الكفاية ـ يصار الى غرفه بالة .

مع نسب مختلفة من الحديد والمغنيزيوم · المعدنيات التي ليس فيها سيليكات تتفرع الى السلفورات ، كالأنهيدريت والجصّ (١٣) والغالينة (١٠) ؛ والى الكربونات ، كالكلسيت (١-ت) والملكيت (١٥) · غير ان هناك معادن مؤلفة من عنصر واحد ، كالنحاس (٩) ·

تكوّن المعدنيات

تتكون معدنيات كثيرة من الصهارة عندما تبرد · العوامل التي تسهم في تبلّر الصهارة متعقدة جداً ، وقد تتكون عن صهارتين متماثلتين كيميائياً صخور مختلفة كل الاختلاف · فالزبرجد الزيتوني ، الذي ينصهر بدرجة حرارة مرتفعة ، هو اجمالاً اول ما يتبلر بين المعادن · قد تترسب بلوراته ، بعد تلونها ، في اسفل حجرة الصهارة ، تاركة السائل المتبقي فقيراً بالحديد والمغنيزيوم · تتبلر بعدئذ معادن أخرى ، كالفلسبار

٨



١٠



٩



١٤
أ



١١



١٢



١٣



ب



ت



(٨) - التعرف الى المعدنيات التي لا تتطلب الا نادراً الاعمال المخبرية المعقدة عملية سهلة وجذابة · فحجر الدم (الهيماتيت) ، الذي هو معدن حديد خام ، يعرف من لونه وقساوته وكثافته . واذا حُكّ على قطعة بورسلين غير مطلية فانه يترك عليها أثراً أحمر ، من خصائصه أيضاً انه يحز الزجاج ، ولا يحزه الفولاذ . ووزنه ثقيل · هناك طريقة تثبت اضافية تقوم على تحويله الى مسحوق ووضعه فوق شعلة زرقاء فيصبح ممغنطاً

(٩) - الذهب - كالفضة والنحاس وفئة السلفورات - عنصر طبيعي يعثر عليه في التكوّنات البركانية · لكن تركزه ضعيف الى حد يصعب معه وصفه بالمعدن الخام ·

(١٠) - الغالينة هي كبريتور الرصاص · تتكون

(٤ ، ٢ ، ١ ب) المكوّن من الصوديوم والكلسيوم والبوطاسيوم والالومينيوم الممتزجة بالسيليكا المتبقي ، مخلّفة صهارة متبرّدة يأتي تركيبها مختلفاً أيضاً فتتكوّن منها معدنيات أخرى .

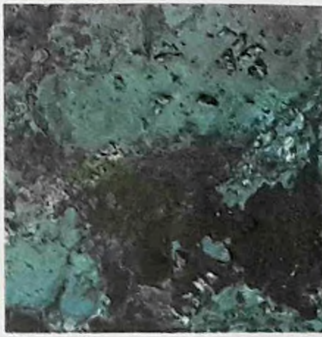
تنشأ بعض المعدنيات في البيئات الرسوبية دون ان يتطلب ذلك درجات حرارة أو ضغوطاً مرتفعة . ففي الاحواض المقفلة جزئياً ، يؤدي تبخر ماء البحر الى ترسب الاملاح الذائبة فتتكوّن منها صخور رسوبية ، كملح الطعام الصخري (كلورور الصوديوم) والجص (سلفات الكلسيوم) .

المعدنيات المتحولة هي معدنيات تتكون خلال تحوُّل الصخور الجامدة بفعل الحرارة و / أو الضغط . فالسيانيت (سيليكات الالومينيوم) تتكون في صخور تحولت تحت ضغط قوي ، بينما يتكون الاندلسيت (وهو ذو تركيب مماثل) في صخور تحولت بفعل درجات معتدلة من الحرارة والضغط (٦) .

التعرُّف الى المعدنيات

للتعرف الى المعدنيات بسرعة ، يمكن استخدام بعض خصائصها ، من الوسائل الناجعة اعتماد شكل البلورة ، لكن تحديد الشكل كثيراً ما يكون صعباً ، بسبب تغيّر البلورة او تلف شكلها أو عدم وجود شكل لها أصلاً (٤) . هناك وسيلة أخرى تقوم على كسر المعدنيّة ، لأن الاجزاء المكسورة هي من صلب بنية البلّورة .

القساوة معيار لا بأس به ، وهي تقدر بالنسبة الى مواد تكون قساوتها معروفة (الظفر ، الزجاج ، الفولاذ) . اما اللون ، فلا يعد معياراً جيداً ، اذ قد تعدّله بعض الشوائب بسهولة (المرو المدخن والوردي اللون والاخضر والبنفسجي والاصفر) . لا تسمح هذه الوسائل وغيرها الا بتعرف سريع لا يمكن الاعتماد عليه ، لذلك كانت الدراسة المخبرية وحدها هي الوسيلة الفعالة للتعرف الكامل . قد تعتمد تلك الدراسة الدلائل البلورية أو المعدنية أو تلجأ الى طرائق الكيمياء الارضية ، فوسائل التنقيب اليوم اصبحت لا تحصى .



الكبريتورات من انضمام معدن أو عدة معادن الى الكبريت . تستمر الغالينة على نطاق واسع وتستعمل خصوصاً في الالكترونيكا .

(١١) - يعطي الاكسيجين الاكسيدات ، عند امتزاجه بمعدن أو عدة معادن . فالكثيتريت (ق أ ٢) هو اكسيد قصدير تربيعي (له شكل هرمي بارز ذو لمعان بنّي مائل الى الحمرة أو بنّي داكن) .

(١٢) - الملح الصخري هو كلورور الصوديوم ، يعثر عليه في ترسبات سميكة تكونت في احواض مغلقة جزئياً (البحار الضيقة والبحيرات) ، كبحيرات يوتاه بالولايات المتحدة .

(١٣) - تتألف انواع الكبريتات من الكبريت والاكسيجين وأحد المعادن . اكثرها شيوعاً الجص الذي يحتوي أيضاً على ماء . يبين الرسم « وردة الصحارى » المؤلفة من تجمعات بلورات الباريت الذي هو أحد كبريتات الباريوم .

(١٤) - انواع السيليكات هي اطلاقاً أكثر المعدنيات الصخرية انتشاراً . بنيتها الشبكية القاعدية هي الجسم المربع الوجوه المكوّن من ايون سيليكون تحيط به أربع ذرات اكسيجين . قد تشكل هذه المجسمات سلاسل كما في الاميانت (أ) ، أو صحائف كما في الميكا (ت) ، أو بنيات ثلاثية الابعاد كما في الفلسبار البوطاسي (ب) والمرو . الفلسبارات هي أكثر السيليكاتات وفرة في الطبيعة .

(١٥) - الملكيت هو كربونات النحاس . الكربونات التي تأتي من حيث غزارتها بعد السيليكات تتألف من الكربون والاكسيجين ومعدن أو عدة معادن مع الماء احياناً .

الأحجار الكريمة والأحجار نصف الكريمة

أحجار الماس والزمرد واللازورد والياقوت وحدها تستحق ان تدعى احجاراً كريمة · اما الاحجار الاخرى (نصف الكريمة) ، فهي ، بالمعنى الدقيق ، احجار رقيقة (نصف شفافة) أو نصف رقيقة (غير شفافة) · الاحجار الكريمة ، وهي تتميز بجمالها وندرتها وقساوتها ، معدنيّات طبيعية · بعض المواد العضوية تعتبر من شاكلتها · كالعنبر الذي هو راتنج احفوري ، والمرجان الناشىء عن كائنات بحرية ، واللؤلؤ الناشىء عن المادة الصدفية المتقزحة اللون التي تغلف من الداخل انواعاً عديدة من الصدف وخصوصاً المحار · كثيراً ما يكون لذوق العصر تأثير قوي على شعبية الاحجار · فالكهرمان الأسود ، وهو حجر من

١ أ ٢ أ ٣ أ ٤ أ ٥ أ ٦ أ



ب ب ب ب ب ب



(١) ـ العقيق الأحمر (أ) وهو رمز الامانة (لمواليد يناير) . يتألف من السيليكا ومن معدنين (ب) · الحجارة التي تحتوي على الالومينيوم والمغنيزيوم هي انواع البيروب الياقوتي الاحمرار الرائجة جداً ·

(٢) ـ الجمشت أو المرو البنفسجي · (أ) رمز الأخلاص (لمواليد فبراير) . هو شكل من اشكال المرو الشفاف (ب) . لونه بنفسجي أو أرجواني . ويستخرج في الاتحاد السوفياتي وفي امريكا الجنوبية ·

(٣) ـ الاكوامارينا (أ) ، رمز الشجاعة (لمواليد مارس) ، هو نوع من انواع الزمرد ، (ب) شفاف ازرق فاتح مائل الى الخضرة ، لونه لون « ماء البحر » · تستخرج اجمل هذه الاحجار من البرازيل والاورال ·

(٤) ـ الماس (أ) ، رمز البراءة (لمواليد ابريل) ، هو كربون صاف متبلر (ب) ، وافريقيا الجنوبية هي المنتجة الرئيسية له · أثمن الماس ما لا لون له ·

(٥) ـ الزمرد (أ) . رمز الحب (لمواليد مايو) . هو حجر كريم ذو لون اخضر جميل ، وهو نوع نادر من انواع الزبرجد (سيليكات الالومينيوم والبيريليوم) (ب) · يوجد أجمل الزمرد في كولومبيا ·

(٦) ـ اللؤلؤ (أ) ، رمز الصحة (لمواليد يونيو) . هو حجر عضوي نفيس ينتجه المحار (ب) من المادة المتقزّحة التي تغلّف داخل الصدفة · قيمة اللؤلؤ في لمعانه ·

(٧) ـ الياقوت (أ) . رمز الرضى (لمواليد يوليو) ، هو نوع أحمر من انواع القُرْند الرمادي او العديم اللون (ب) · هذا النوع شفاف واحمر قان يخالطه اللون الوردي أو الارجواني · يأتي اجمل الياقوت من برما · لونه الأحمر يعود الى وجود الكروم فيه ·

(٨) ـ الزبرجد (أ) ، رمز السعادة الزوجية (لمواليد اغسطس) . هو أخضر شفاف من انواع الزبرجد الزيتوني (ب) الذي هو سيليكات مزدوج من الحديد والمغنيزيوم · هذا المعدن هو أحد المقومات الشائعة للصخور البركانية ·

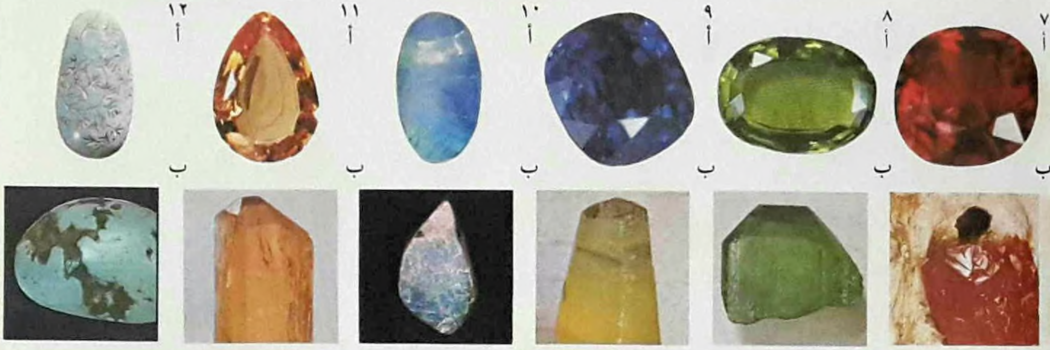
(٩) ـ اللا زورد (أ) . رمز الذكاء (لمواليد سبتمبر) . هو كالياقوت نوع من انواع القُرْند (ب) · يأتي بألوان كثيرة

فحم متأحفر أسود لماع وقاس استعمل كثيراً في الصياغة في السنوات التي عقبت ترمُّل الملكة فكتوريا ·

تكوُّن الاحجار الكريمة

يوجد كثير من الاحجار الكريمة في الصخور النارية المتكوّنة من صخور منصهرة تدعى « صهارة » ارتفعت من وسط الأرض وتجمدت على السطح · عندما تبرد الصهارة، تميل العناصر الى الانفصال والانعزال في مناطق تشكل فيها معدنيات مختلفة · كذلك غالباً ما تذيب جيوب من الغاز والماء الحار جداً عناصر معيّنة من شأنها ، عندما تبرد ، ان تتحد لتعطي احجاراً كريمة واحجاراً نصف كريمة ·

تنشأ أحجار أخرى ، عندما تفعل عوامل كيميائية أو حرارية أو ضغطية في بنية بعض الصخور فتعيد من جديد تبلرها أو تشكيلها ،



أثمنها الازرق · أجمل اللازورد في برما وتايلند ·

(١٠)- عين الشمس (أ)، رمز الأمل (لمواليد اكتوبر)، هو نوع من انواع السيليكا المتميّة (ب) وشكله مستدير · اثمن هذه الحجارة (بسبب بريقها المتقزح) هي السوداء الموجودة في استراليا ·

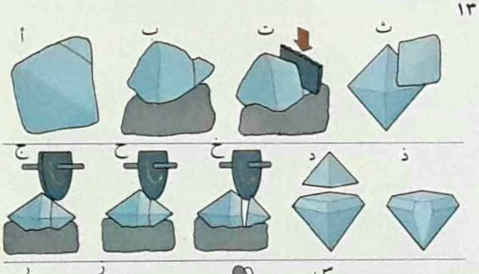
(١١)-الياقوت الأصفر (أ)، رمز الوفاء (لمواليد نوفمبر)، هو مركّب معدني من الالومينيوم والسيليكا والفليور (ب) · اثمن انواعه الاصفر · يوجد منه خصوصاً في البرازيل والاتحاد السوفياتي والولايات المتحدة ·

(١٢)- الفيروز (أ)، رمز الرخاء (لمواليد ديسمبر)، هو فوسفات متميّة من النحاس والالومينيوم (ب) يحتوي احياناً على حديد · اثمن انواعه الازرق السماوي الذي يأتي من ايران ·

---

(١٣)- يقطع الماس الخام وفقاً لخطوط انفلاقه (أ). فيفلق أولاً (ب) ثم ينشر (ت) ليتخذ شكلاً قابل الاستعمال (ث)· يتم القطع بمنشار خشن (ج). ثم ناعم (ح) (خ، د، ذ، ر)· اما عملية الصقل، فتتم باستعمال مسن (ز) مطليّ بماس مسحوق ·

١٣



كما يحدث في الصخور المتحولة التي تحتوي على الزمرد والعقيق الأحمر (٧) · يظن أيضاً ان الضغط القوي والحرارة هما من أسباب تكوين الماس من الكربون في الكمبرليت (٣) ·

مميزات الأحجار الكريمة

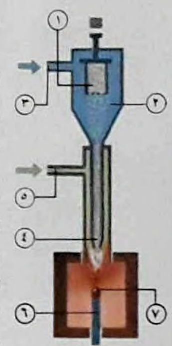
يمكن التعرف الى الاحجار الكريمة بالاستناد الى شكل بلوراتها الخام ولونها وقساوتها ودليل انكسارها وكثافتها (ثقلها النوعي) · تتوقف قيمة الحجر الكريم على ندرته ولمعانه وصفائه ولونه وقساوته ووزنه ·

ينجم جمال الحجر مباشرة عن خصائصه البصرية من انعكاس الضوء وانكساره وتشتته عليه · فلكل حجر دليل انكسار يختص به · يتم الحصول على هذا الدليل بقسمة جيب زاوية سقوط الشعاع الضوئي على جيب زاوية انكساره ·

١٤



١٥

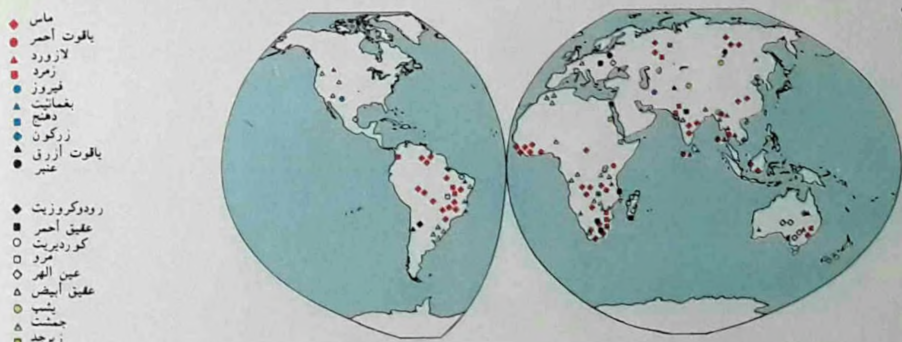


(١٥) - تصنع الاحجار الاصطناعية وفقاً لطريقة فرنوي التي سميت باسم مخترعها ، يسقط مسحوق الالومين الصافي من وعاء (١) ويستقر في حجرة (٢) ؛ يختلط الاكسيجين (٣) بالألومين وينقله الى قمة اللهب (٤) حيث يشتعل مع الهيدروجين الوارد من الانبوب (٥) ، تحت تأثير الحرارة ، تنصهر جسيمات الألومين الدقيقة وتتحول الى قطرات صغيرة تسقط على سناد (٦) يتكون عليه الحجر (٧) ·

١٦



١٧



(١٤)- اكثر الاحجار النفيسة معدنيات. فاللازورد اسم لصخر غني باللازوريت (أ) والتورمالين (ث) سيليكات بوريّ معقد · أما الاحجار النفيسة العضوية · فهي المرجان (ب) والعنبر (ت) ·

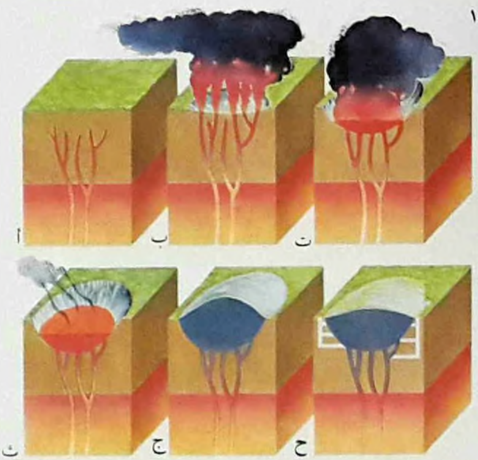
(١٦)- حفرة كمبرلي الكبرى منجم ماس مهجور يربو عمقه على ٣٠٠ م · بين عام ١٨٧١ (تاريخ اكتشاف الماس فيه) وعام ١٩٠٩ (تاريخ التوقف عن العمل فيه) استخرج منه حوالي ٣ اطنان من الاحجار الكريمة ·

تعود ألوان الماس في أكثر الأحيان الى شائبة صلبة في البلّورة · أما أكثر الأحجار الكريمة الأخرى ، فألوانها تعود الى اكسيدات معدنية قد تكون أما شوائب أو مركبات · مع ذلك ، يشكل اللون الصفة المميزة التي تعطي أكثر الاحجار قيمتها الخاصة · فالياقوت الأحمر الشفاف (١٣) واللازورد الازرق (١٥) (وهما شكلان لمعدن هو عادة كامد أو رمادي أو عديم اللون يسمى ياقوتاً) والزمرد الأخضر (شكل من اشكال الزبرجد) والياقوت الأصفر ، كل هذه الاحجار انما تقدر لصفاء الوانها ، واللون هو الذي يعطي الاحجار غير الشفافة كحجر عين الشمس كل ما فيها من جاذبية ·

الكثافة هي وزن المعدن مقارناً بوزن حجمه من الماء الصافي · فكثافة الماس مثلاً ٣،٥٢ ، بينما لا تزيد كثافة العنبر على ١،٠٧· يعبّر عادة عن وزن الماس بالقراريط ، والقيراط يساوي ٢٠٠ ملغ · أكبر ماسة في العالم هي « الكُلّينان » ، وزنها الخام ٣١٠٦ قراريط ، وقد عثر عليها في ترانسفال عام ١٩٠٥ ·

تقاس قساوة الحجر « بمقياس موس » المدرج من ١ الى ١٠ · في هذا المقياس تبلغ قساوة الماس ١٠ ، وهو الى حد بعيد أقسى جميع المواد الطبيعية ، فقساوته تفوق ٩٠ ضعفاً قساوة الياقوت الذي يقع عند ٩ في هذا المقياس · بعض الاحجار لينة ، وتتوقف قيمتها على ميزات أخرى ·

١٨



(١٧) ـ تظهر على الخريطة المناطق التي تستخرج منها الاحجار ، الماس والياقوت الازرق واللازورد والزمرد احجار كريمة · اما الاحجار الأخرى ، فجميعها احجار نصف كريمة ·

(١٨) ـ يتكون الماس بفعل الحرارة والضغط القويين في فوّهات البراكين أو في فجوات الكمبرليت الانبوبية على عمق تحت القشرة الأرضية (أ) · عندما يزداد الضغط ، ينفجر الغاز ، فيحدث ثقباً على سطح الأرض (ب) ، فيصعد الكمبرليت المحتوي على الماس عبر الشقوق (ت) ليملأ الثقب (ث) ، وقد يشكل احياناً نتوءاً فوق السطح (ج) · تحفر الارض عادة لتسهيل الوصول الى الكمبرليت ·

صقل الاحجار الكريمة وطريقة قطعها

يزداد جمال الاحجار الكريمة كلما حسن قطعها وصقلها · فمن شأن هاتين العمليتين انهما تزيلان شوائب الحجر السطحية وتبرزان لونه وتزيدان من لمعانه ·

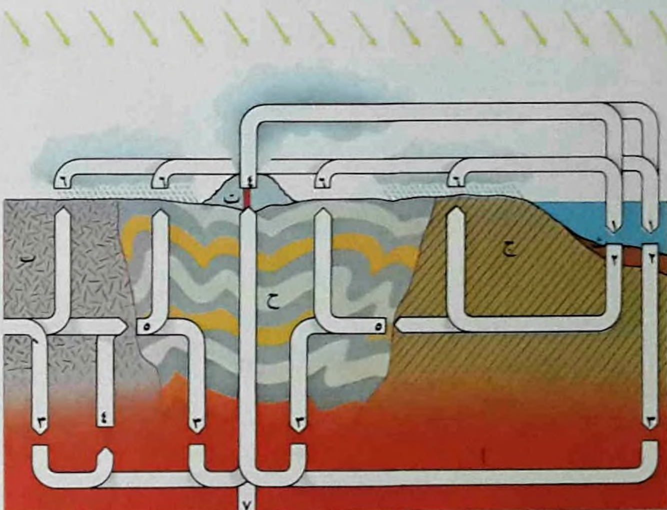
ما لبثت طريقة قطع الماس الى سطوح دقيقة التي اخترعها الهنود ان استعملت في قطع احجار أخرى · لكن بقي الماس يقطع الى سطوح ويصقل بعملية واحدة ، أما الأحجار الكريمة الأخرى ، فهي تقطع أولاً ثم تصقل ·

الدورة التطوّرية والصخور البركانية

تبرز على سطح الارض ثلاثة انواع من الصخور: البركانية أو النارية والتحولية والرسوبية. تتكون الصخور البركانية من الصهارة السائلة عندما تتجمد بفعل البرد. الصخور التحولية صخور تنجم عن تكيّف في بنيتها بعد ان اصبحت صلبة سبّبه الضغط و/أو الحرارة. اما الصخور الرسوبية. فتتكون بترسب جسيمات بفعل الجاذبية.

تختلف ظروف تكوّن هذه الصخور كل الاختلاف. فالصخور الرسوبية تنشأ على سطح الأرض حيث الضغط معدوم او في غاية الضعف (< كيلوبار). وتتكون الصخور التحولية في المناطق الخاضعة للضغط و/أو للحرارة؛ اما الصخور البركانية. فتتولد دائماً

١

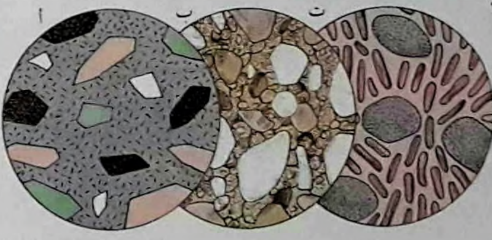


(١) ـ الدور التطوري هو الانتقال البطيء من نوع صخري الى نوع آخر. يؤدي التأكل الى تكوين رواسب تتوطد في صخور رسوبية؛ عندما تكون الصخور غائصة في الارض عميقاً. تتحول بفعل الحرارة والضغط المرتفعين الى صخور متحولة؛ في المناطق العميقة. تنصهر الصخور ثم ترتفع الى السطح فتبرد وتصبح صخوراً نارية.

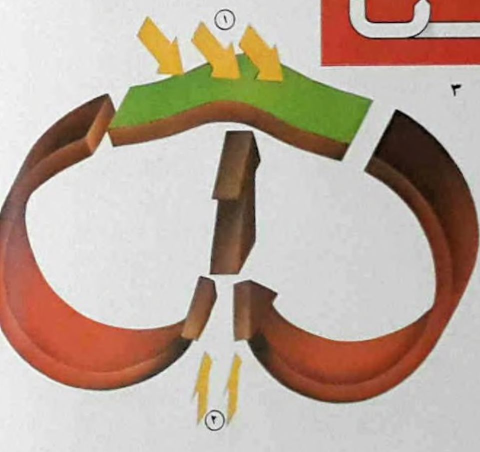
أ مادّة منصهرة
ب صخور ناريّة متدخّلة
ت صخور ناريّة سطحيّة
ث رواسب
ج صخور رسوبيّة
ح صخور متحوّلة

١ ترسُّب
٢ تحجّر
٣ انصهار
٤ تجمّد
٥ تحوّل
٦ تأكّل
٧ اتخاذ المواد الجديدة أماكنها.

٢



٣



في عمق الارض حيث الحرارة تبقى مرتفعة.

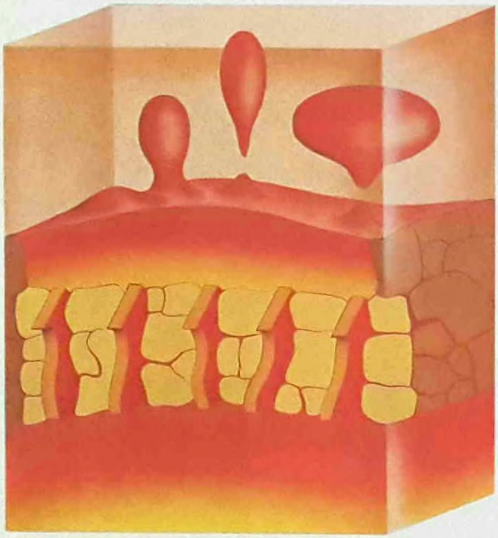
الدورة التطورية : المرحلة الاولى

ترابط الصخور بسياق تطوري واحد (١) . فالمرحلة الاولى من الدورة تحدث على سطح الارض، وهي ناجمة عن تأكل الصخور وتفتتها الى جسيمات (رواسب) ، ثم انتقالها الى البحر عن طريق الانهار التي تحمل جميع هذه الرواسب تقريباً الى الأحواض البحرية العميقة حيث تتجمع بسماكات كبيرة .

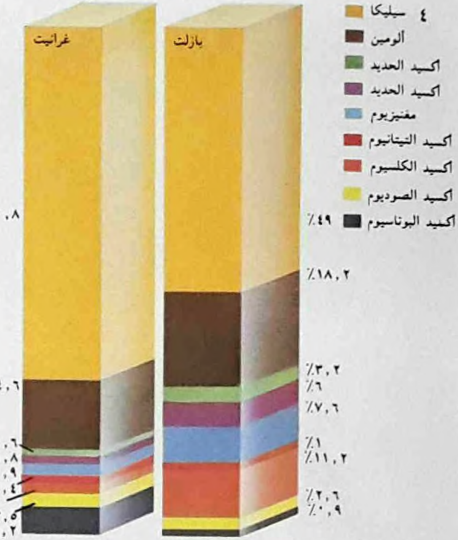
المراحل الاخرى : تكوّن الصخور من الرواسب

من المياه الجارية في الرمال يرسب اكسيد الحديد والسيليكا او الكلس، متغلغلاً بين حبات الرمل ، فيملّطها معاً ، محوّلاً اياها الى كتلة طين من حجر رملي . هذا

٥



٤



(٢) ـ يمكن التعرف الى الصخور من تركيبها . فالصخور النارية (أ) تتألف من بلورات. وتحتوي الصخور الرسوبية (ب) على نفايات. وتحمل الصخور التحولية (ت) آثار الضغط .

(٣) ـ يعود السبب في التطور الدوري ، اولاً الى الطاقة الشمسية (١) التي تحوّل الصخور بطريقة غير مباشرة الى رواسب. وثانياً الى الدفق الحراري الداخلي (٢) الذي يسبب انصهار الصخور وبالتالي الى تكوّن الصخور الناريّة . وهو المسؤول عن تحركات القشرة الارضية .

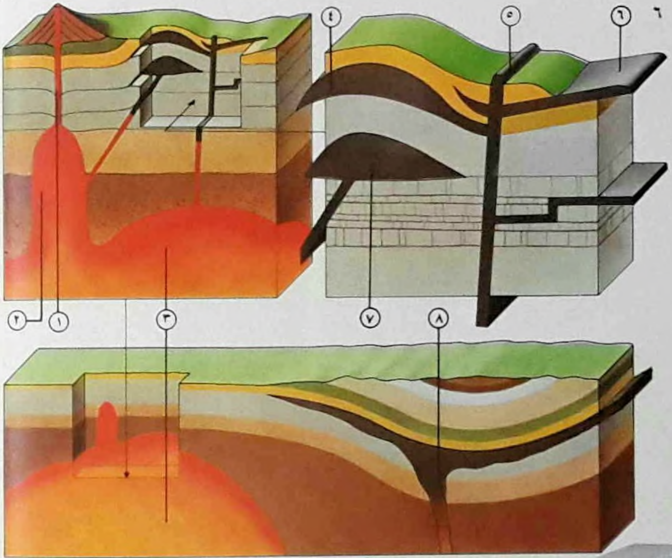
(٤) ـ البازلت والغرانيت هما الصخران الاوسع انتشاراً على سطح الارض . العنصران الرئيسيان اللذان يتكونان منهما هما السيليكا والاكسيجين اللذان يتحدان مع عناصر اخرى فيؤلفان التركيبات الكيميائية التي تعرف بالمعدنيات . بينما تصل الصخور البازلتية الى السطح في حالة الانصهار، تصل الصخور الغرانيتية في الدرجة الاولى بشكل باثوليت .

(٥) ـ الغرانيت . وهو الصخر الناري الاوسع انتشاراً . يتكون من انصهار جزئي للصخور العميقة . في البدء . يظل السائل الناجم عن الانصهار في مكان تكوّنه . ثم يصبح أخف من المواد التي تحيط به . فيرتحل ليكوّن جيوباً ضخمة من الصهارة . ثم ترتفع هذه الجيوب الى السطح . مخترقة التربة التي تعلوها .

الطين يرصّه الضغط الناجم عن ثقل الرواسب فوقه . فيتحول الى طين صفحي · يؤدي تتابع هذه العملية في آخر الامر الى التحجّر ·

تتكون اشد الصخور الرسوبية سماكة في الجيوسنكلينات (وهي خنادق تحت الماء طويلة وضيقة) · في هذه المناطق . تغوص القشرة الارضية في طبقة الغلاف العليا . فتتعرض الى درجات مرتفعة من الحرارة والضغط · يتأثر الغطاء الرسوبي الذي تجرفه القشرة معها بهذه الاحداث ·فيتغضّن وينضغط بفعل درجات من الحرارة تتراوح بين ٢٠٠° س و ٥٠٠° س · هكذا تتحول الصخور الرسوبية الى صخور تحوّلية ·

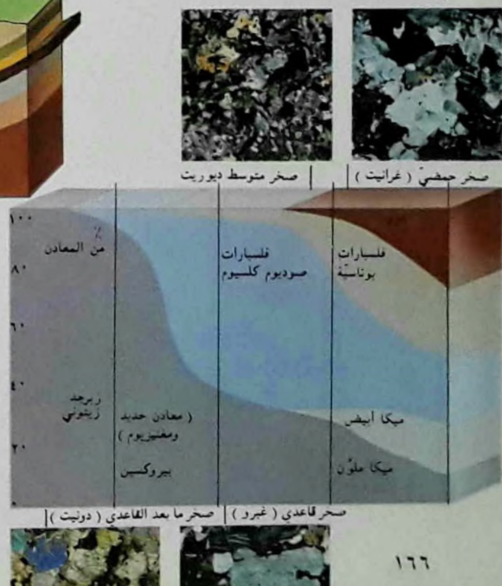
عندما تغوص القشرة . قد تجرف معها صخوراً الى عمق ٧٠٠ كلم . اي الى مناطق تكون الحرارة فيها كافية لصهرها · بعد ان تنصهر هذه الصخور . تصبح أخف من الصخور المحيطة بها . فترتفع الى السطح . وبعد



٦

(٦) ـ تختلف اشكال كتل الصخور النارية اختلافاً كبيراً . فالعنق (١) هو قناة حمم ملأت فوهة البركان . الخزان هو المتجمد من الصهارة (٢) على عمق سحيق داخل القشرة الارضية . الباثوليت (٣) هو اندساس ضخم ليس له قاعدة مرئية . اللاكوليت (٤ ، ٧) هو اندساس بشكل قبة · المسنّاة (٥) لوحة صخرية عمودية . بينما الجدّة الموازية (٦) هي لوحة صخرية افقية واللـوبوليث (٨) لوحة صخرية بشكل صحن .

٧



(٧) ـ تتألف الصخور النارية من معدنيات تساعد كميّة السيليكا ($س أ_٢$) الموجودة فيها على التعرف الى حموضة الصخر وبالتالي على تصنيفه · هذه الكمية من السيليكا تحدد نوع المعدنيات التي يتألف منها الصخر ونسبتها فيه · بفحص صفائح رقيقة من الصخر بالضوء المستقطب يتعرّف العلماء الى المعدنيات .

---

(٨) ـ تعرف الصخور الكظيمة بالعين المجردة · فالغرانيت (أ) يحتوي على نسبة قوية من السيليكا الحر تحت شكل المرو . فيعطي الصخر لوناً فاتحاً · اما الديوريت (ب) . فأكثر منه دكنة . لأنه يحتوي فوق ذلك

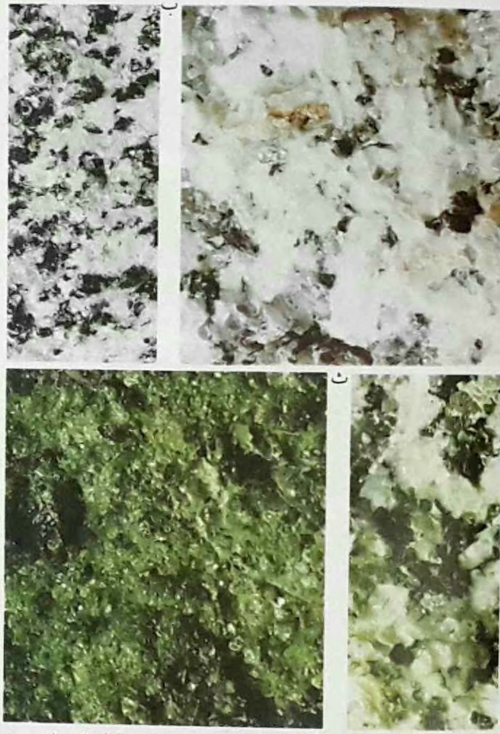
بلوغها اياه وتدفقها بشكل حمم ، تتعرّض على الفور للتغير والتأكل . وبهذا تبدأ دورة جديدة .

الدورة التطورية هي اذن : صخور رسوبية ، فصخور متحولة ، فصخور بركانية ، لكن هذا التعاقب ليس دائماً منتظماً .

الصخور البركانية او النارية

تقسم الصخور النارية (٦) الى صخور

٨ أ ب ت ث



على معدنيات داكنة . هذه الـمـعدنـيات . كالزبرجد الزيتوني والبيروكسين . متوافرة في الصخور الجوفية القاعدية (ت) . اما المعدنيات الفاتحة . فهي من الفلسبار . المعادن فوق القاعدية كالدونيت (ث) مؤلفة بكليّتها من الحديد والمغنيزيوم .

نابطة وصخور كظيمة . فالصخور النابطة هي التي تقذفها البراكين حمماً فتبرد على السطح . بينما تبرد الصخور الكظيمة في داخل القشرة الارضية . يتوقف حجم حبة الصخر (اي بلورته) على سرعة تبرّده . فالصخور ذات الحبوب الكبيرة ناجمة عن تبرّد بطيء يفسح مجالاً للبلورات كي تبلغ احجاماً تربو على ٢ ملم . تبرد الصخور العميقة ببطء . لذلك تتميز الصخور الكظيمة بنبنيتها الحبيبية . اما الصخور ذات الحبوب الدقيقة . فهي التي بردت بسرعة اما قرب السطح او على السطح .

تصنف الصخور النارية (٧) بالاستناد الى مقدار ما تحتوي عليه من سيليكا والى حجم الحبات في بنيتها . يتوقف تركيب الصخور الكيميائي (٤) وكمية السيليكا الموجودة فيها خصوصاً على الصهارة الاولية التي منها تكونت الصخور .

يؤدي الانصهار الجزئي في الغلاف الى صخور بازلتية (حمم ذات حبوب دقيقة) والى صخور كظيمة ذات حبوب متوسطة ، والى صخور جوفية قاعدية ذات حبوب كبيرة (٨) : تشكل الصخور البازلتية قيعان المحيطات . وهي وافرة للغاية في اسلندة وفي بعض المناطق القارية ؛ تتكون من صخور الصنف الثاني استرسابات منضدية تسمى مسنّيات (٦) ؛ اما صخور الصنف الثالث . فتشكل استرسابات طبقية ضخمة كانت في البدء خزّانات صهارة نشأت عنها صخور الصنفين الاول والثاني . يولّد انصهار صخور القشرة صخوراً غرانيتية (٥) وصخوراً انديسية . توجد الصخور الغرانيتية في استرسابات ضخمة هي الباثوليت (٦) .

الصخور الرسوبيّة والصخور التحوّليّة

تبرز على سطح الأرض ثلاثة أنواع من الصخور ، الناريّة (تجمّد سائل) ، والرسوبية والتحوّلية (٣) . تتألف الصخور الرسوبية من مركّبات كيميائية ومواد عضويّة وشظايا صخور متآكلة . أمّا الصخور التحوّلية ، فهي صخور نجمت عن صخور قديمة سخنت وهي تحت الضغط .

يمكن تمييز ثلاث فئات من الصخور الرسوبيّة من حيث أصلها (٦) : الرواسب الرضيخيّة المؤلّفة من حطام صخور ، والرواسب العضوية ، والرواسب الناجمة عن ترسّب كيميائي . تتفكّك الصخور تحت تأثير التيارات والمثلجات والبحر الى كتل ضخمة ، او الى حبيبات صغيرة لا يتعدى قطرها


صلصال


طفل

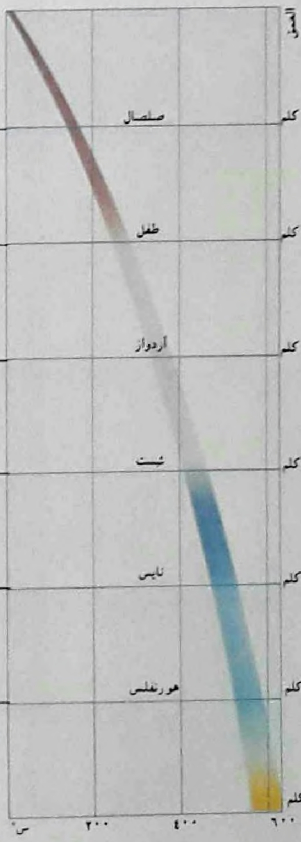

أردواز


شست


نايس


هورنفلس

١



(١) - الضغط والحرارة يحوّلان الصخور المطمورة في العمق الى صخور تحوّلية . فتتكوّن معدنيات جديدة يزداد حجمها مع ازدياد الضغط . حجم البلّورات صغير في المورّقات ، لكنه قد يصل الى ٢ سم في النايس . تنمو البلورات في اتجاه الضغط الأدنى وتكون مرصوفة فيتجزأ الصخر بسهولة . اما الصخور القرنية ، فهي خالية من الطبقات المرصوفة .

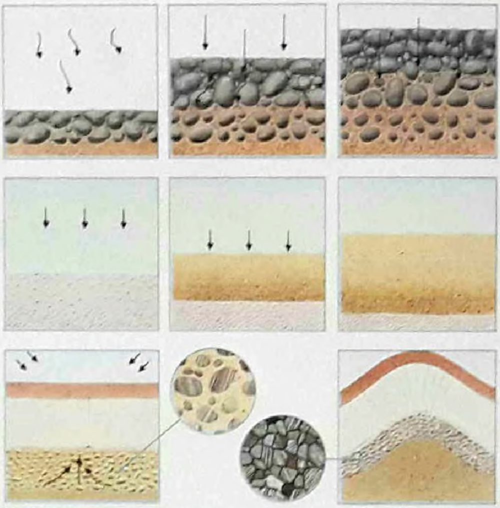
---

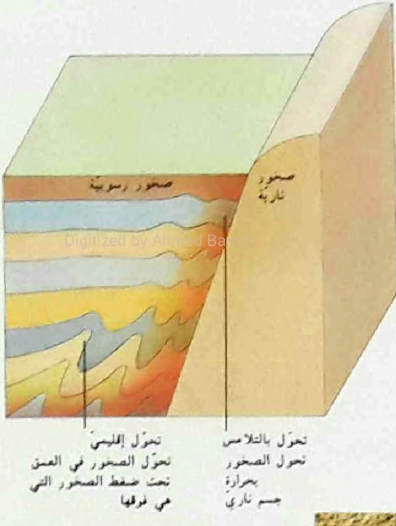
(٢) - تتحول الرواسب الى صخور بطرائق ثلاث ، بالتملّط . (أ) عندما يرشح الماء بين الحبيبات فيترك حولها طبقات رقيقة من أكسيد الحديد وكربونات الكلسيوم او السيليكون . فتلتصق الحبيبات معاً وتصبح حجراً رملياً ، وبالتراصّ (ب) . عندما يطرد الماء الموجود في الرواسب تحت ضغط الرواسب الفوقية . وهكذا يصبح الوحل صلصالاً ، واخيراً بالانثناء . عندما تنطوي القشرة الارضية (ت) انطواءاً تبلغ الضغوط معه حدّاً يؤدي الى تبلّر

الملّيمتر ، كالرمل ، او الى جسيمات دقيقة لا ترى بالعين المجردة ، كجسيمات الوحل . تنقل الانهار القطع الخشنة والرمال وجزءاً من الوحول وتلقيها في مصبّاتها (الدلتا) . اما الكتل الضخمة ، فتبقى قرب مواضع تكوّنها وتلتحم احياناً لتشكّل رصيصاً . قد تتحول الرمال الملقى بها على مقربة من الشواطىء أو على الرصيف البرّي الى حجر رمْلي . لكن الريح تنقل ايضاً الرمال وتلقي بها في المجالات الصحراوية . اما الوحول ، فتترسّب بعيداً عن الشاطىء ، وتتحوّل الى صلصال أو الى نضيد .

الأصل البيوكيميائي والكيميائي

قد تكون الرواسب العضوية مؤلفة من بقايا نباتية كالفحم ، او من اعضاء حيوانية صلبة كالعديد من المواد الكلسية . فالكائنات الحيّة تستعمل كربونات الكلس الذائب في ماء البحر لتبني منه محاراتها وهياكلها

٢أ
ب
ت


٣


الحبيبات ، وهذه هي احدى طرائق تكوّن الرخام .

(٣) ـ هناك ثلاثة انواع من الصخور ، النارية والرسوبية والتحوّلية . توجد هذه الانواع معا عندما تتسرب الصهارة الى الرواسب فتتحوّل هذه بدورها تحت تأثير الحرارة . تخضع جميع الصخور المطمورة في العمق الى التحوّل الاقليمي .

٤

حجر رملي

٥

حجر كلسيّ

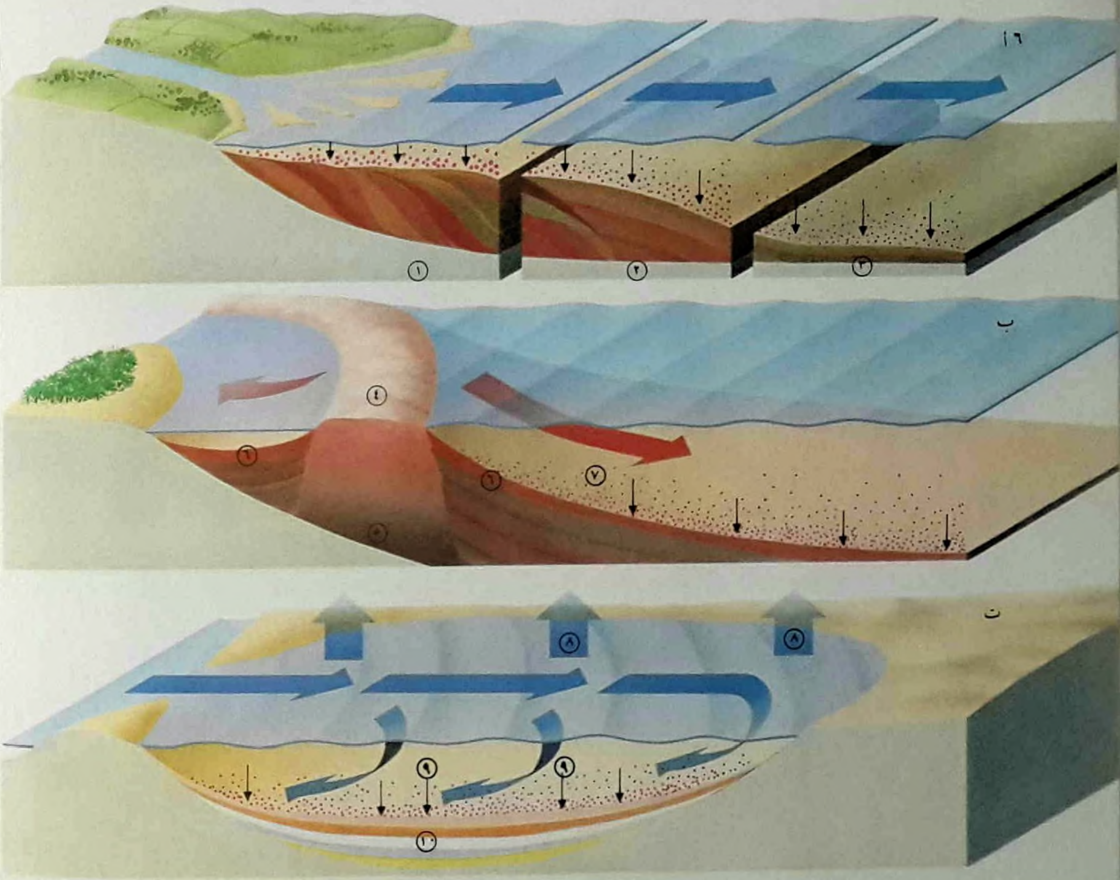
(٤) ـ تلتحم حبّات الرمل بفعل الكربونات او اكسيدات الحديد او الصوّان لتكوّن الحجر الرملي ، وهو عادة احمر او سُكّري اللون او كستنائي ، وقد يوجد منه ما هو أخضر .

(٥) ـ الحجر الجيري أبيض اللون او رمادي او سكري وغالباً ما يحتوي على أحافير .

العظمية . عندما تموت هذه الحيوانات ، تترسب اجزاؤها الصلبة فتفتتها التيارات . بعد ذلك وخلال عدة ملايين من السنين ، تتحوّل الرواسب الى مواد كلسية بطرائق مختلفة من التراص والتملّط (٢) . وهو ما يسمّى بالتصخر . في البهاماس وفي الخليج العربي ، انقاض كلسية آخذة بالتراكم . ولا علاقة لها بالرواسب القديمة التي تكوّنت على نطاق اوسع في البحار الحارة الفسيحة .

يتألف الطبشور من محارات دقيقة لا يحصى عددها ولا ترى الا بالمجهر . مياه البحر غنية بالاملاح الذائبة التي تنفصل بالتبخّر في الاحواض الضحلة . في مناخ مداري جاف ، قد يترسّب كربونات الكلس ويعطي حجارة جيريّة حبيباتها ناعمة (٥) . يمكن ايضاً ان تتكوّن أملاح كالجص في حوض مغلق جزئياً .

الصخور الرسوبية لها شأن كبير من



الناحية الاقتصادية ، لأن منها يستخرج النفط والغاز الطبيعي والفحم ومواد البناء · فضلاً عن ذلك ، تشكل هذه الصخور الناتئة فوق سطح الارض شواهد على الازمنة الغابرة ؛ فالحجر الرملي الأحمر مثلاً يشهد على وجود صحارى (٤) في الماضي في موضعه الحالي · تدعى دراسة البيئة الجغرافية القديمة من خلال تحليل الصخور الحالية علم الستراتيغرافيا او علم طبقات الأرض ·

(٦) ـ هناك ثلاث مجموعات من الرواسب ، الرواسب الرضيخية (أ) المؤلفة من شظايا صخور متأكلة . والرواسب العضوية (ب) الناجمة عن تحلّل الكائنات الحيّة . والرواسب الكيميائية (ت) التي يكوّنها ترسّب الاملاح الذائبة · (أ) التأكل ينتج رمالاً ووحولاً تنقلها الانهار الى البحر . فتترسّب في الدلتاوات (١) او على الشاطىء ثم تتحوّل الى صخور (٢) · الجسيمات الدقيقة (٣) وحدها تصل الى عرض البحر · (ب) على الرصيف المرجاني (٤) يعيش المرجان الحي على مقربة من السطح . ويكون المرجان الميت (٥) بعيداً عنه مئات من الأمتار . كما تكون منتشرة في كل جهة اكداس من قطع المرجان التي حطمتها الأمواج (٦) · تترسّب ايضاً في قاع البحر محارات القشريّات والرخويّات (٧) . وتشكل جميع هذه البقايا حاجزاً كلسياً ·(ت) عندما يوجد حوض مغلق جزئياً في منطقة حارة ، يتبخّر الماء (٨) فتترسّب الاملاح (٩) لتعطي رواسب كيميائية (١٠) ·

صخور التحوّل بالمماسّة

الصخور التحولية هي اجمالاً اقسى من الصخور الرسوبية · قد تنجم عن الطمر (الضغط) او عن تمركز الصخور النارية في أماكنها (الحرارة) · انها صخور بلّوريّة ·

يؤدي اقتحام صهارة حارة لموضع ما الى تعديل التربة المحيقة بها ، وهذا ما يسمى بالتحوّل بالمماسّة · فعندما تمسّ هذه التربة الصهارة الدقيقة ، تتصلب طبقتها السطحية · اما اذا كانت الصهارة ضخمة الحجم ، فأن تحوّل التربة يشمل مسافة عدة كيلومترات · تحتاج الصهارة الى ملايين السنين كي تبرد ، وهذا ما يفضي مع الزمن الى تكوين معدنيات جديدة ·

التحوّل الدينامي الحراري

يحصل التحوّل الاقليمي او الدينامي (١) عندما تكون الصخور مطمورة · فالطمر يؤدي الى زيادة في الضغط والحرارة زيادة كافية لاحداث تغيّرات في الصخور · يعود ازدياد الضغط الى ثقل الصخور من فوق ، وازدياد الحرارة الى الدفق الحراري من أعماق الأرض · بينما ينشأ النضيد في نوعي التحوّل ، لا تنشأ الموّرقات والنايس الا في التحول الدينامي · تبرز صخور التحول الدينامي في جميع المواضع التي تأكّلت فيها سلاسل الجبال القديمة تأكّلاً كافياً للكشف عن الصخور التي كانت مطمورة في ما مضى ·

هناك نوع ثالث من التحوّل هو التحوّل التهشيمي الذي يقتصر على الأراضي المتصدّعة او المتراكبة ، فتؤدي الضغوط الى سحق بنية الصخر وتحويلها ، فينتج عن ذلك صخرة جديدة تدعى ميلونيت ·

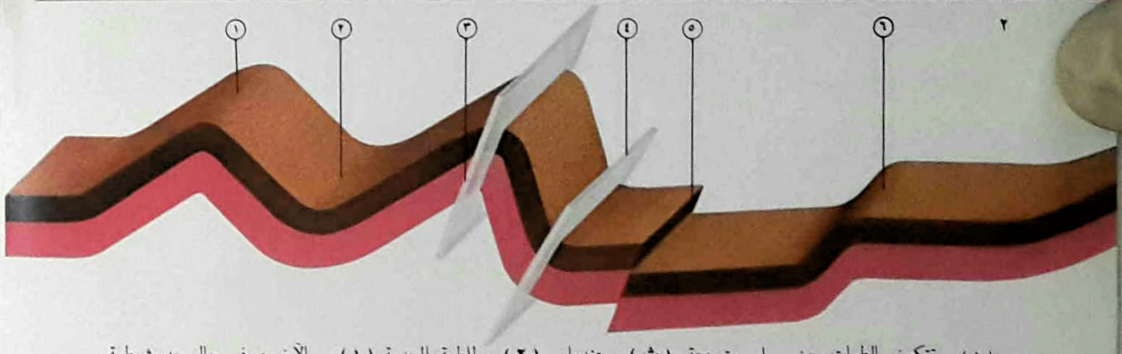
الطيّات وَالصُدوع

عندما ندرس تاريخ تشكل سطح الأرض ، نلاحظ في شكل قشرتها تشوهات حديثة العهد . كما يلفت نظرنا ان المناطق المشوهة هي اما منثنية ومتكسرة (سلاسل الجبال) أو متصدعة (الأخاديد الأفريقية) . لجميع هذه المظاهر أهمية في نظر الجيولوجيين الذين يهتمون بالقطاع الصناعي والمنجمي . فغالباً ما تكون الصدوع مواضع جريان مياه . وهذا ما يفسر احتواء بعضها على مواد معدنية وأحياناً على معادن خام ، كالرصاص والقصدير والزنك والنحاس . بعض امتدادات الصدوع العميقة يسهّل أحياناً تدفّق الغاز والنفط الى السطح . بالاضافة الى ذلك ، لا غنى لمستثمري المناجم عن فهم طبيعة

١



٢



(١)ـ تتكون الطيات من انضغاط القشرة . هناك أنواع عدة من الطيات . أبسطها الطية المستقيمة المتماثلة (أ) . ثم تليها جميع الطيات غير المتماثلة . تكون الطية مختلفة الانحراف (ب) ، عندما يكون جنباها مائلين ميلانا مختلفا وباتجاهين متقابلين ، وتكون مضطجعة (ت) ، عندما يكون للجنبين اتجاه واحد . وفي هذه الحالة يكون أحدهما مقلوبا ، وتكون مرفقة او متصدعة (ث) ، عندما تكون ممتدة الى حد الانقطاع ، وتكون متراكبة اذا ازداد التصدع وتحرك أحد الجنبين بالنسبة الى الآخر وفقاً لسطح يسمى « سطح التراكب » . يساوي مقدار التراكب المسافة الافقية التي يتمّ عليها تراكب غير طبيعي . فاذا بلغ هذا التراكب عدة كيلومترات ، يقال أن الطية مفترية (ج) أو أنها طية جرف .

(٢) ـ للطية المحدبة (١) والطية المقعرة (٢) المتماثلتين سطحان محوريان عموديان يكون ميلان الجنب على كل جهة منهما واحداً . أما وضع السطوح المحورية للطيات المحدبة (٣) والطيات المقعرة (٤) غير المتماثلة فيصعب تعيينه . عندما تؤدي قوى الانضغاط الى تكوين صدع مقلوب (٥) . يعلو أحد جنبي الصدع (هنا الجنب الأيسر) طبقات الجنب الآخر . وفي حال حدوث طية أحادية الميل (٦) ، فالطبقات لا تغوص الا باتجاه واحد . ويمكن في هذه الحالة ان يكون الميلان مرتفعاً بشكل ملحوظ ، وقد يبلغ ارتفاعه حده الاقصى ، فيصبح عمودياً .

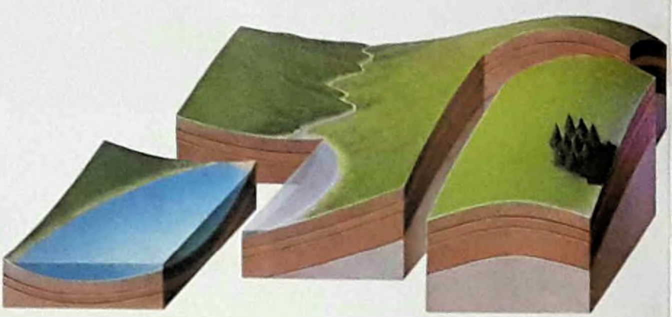
(٣) ـ القبة والحوض طيات يتساوى فيها الطول والعرض . يمكن أن تأتي هذه البنيات نتيجة لانضغاطات متضافرة أو

التشوهات فهماً صحيحاً . لأن التصدعات والانهيارات حوادث كثيراً ما تقع في مناطق الفحم الحجري . فتحجب فجأة الطبقات المستثمرة .

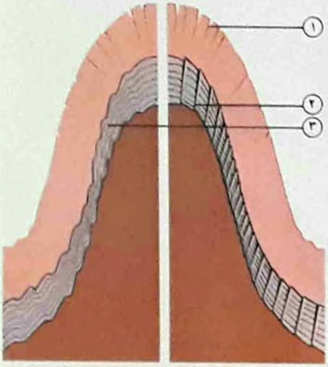
تكوّن الطيات والصدوع

تتألف طبقة الأرض الحجرية من ثماني صفائح كبيرة ، صلبة نسبياً وطافية على الطبقة الواهنة اللزجة ، ومتحركة بعضها بالنسبة الى بعضها الآخر . بين هذه الصفائح ، وعلى امتداد عشرات آلاف الكيلومترات ، مناطق يبدو ان قشرتها قد تعرضت بنوع خاص لتشوهات كبيرة . فظهرت فوقها سلاسل الجبال وتغضنات أواسط المحيطات . فالسلسلة الجبلية ، وهي منطقة شديدة التغضن ، هي أصلاً جزء من قشرة تقلصت . فأدى هذا التقلص الى تقارب الصفائح المحيطة بالسلسلة (انضغاط) . أما

٣



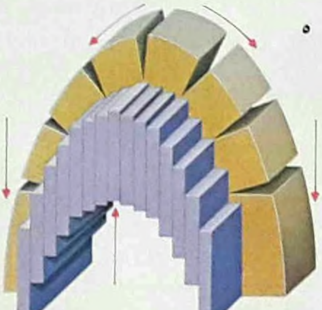
٤



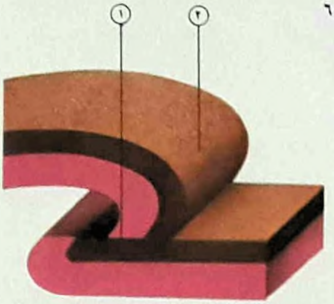
لصعود أجسام اندساسية (صخور بلوتونية أو طيات نواتها كتلة ملحية) .

(٤) ـ تختلف تصرفات الصخور أزاء التغضن . فالصخور الصامدة تميل الى التحطم (١) ، بينما قد يلحق الطبقات اللدنة تغضن موضعي خفيف (٣) يمكن أن يرافقه تنضيد انجرافي (٢) .

٥



٦



(٥) ـ عندما يتعدى التشوه المتصل حدا معيّناً ، يحصل انقطاع . وعندما ينجم التغضن عن تشوه في محور الانطباق ، تتكون عادة في قمة الطيات المحدبة ، أي في الاقسام المتمددة ، شقوق معامدة للطبقات . بينما تتكون صدوع في القسم السفلي من الطيات المحدبة ذاتها . في الطيات المقعرة يكون الترتيب معكوسا .

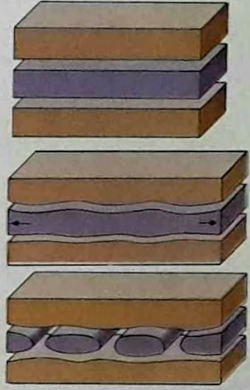
(٦) ـ عندما تتمدد طبقات طية مضطجعة ، فانها تنقطع وفقا لسطح ضعيف الميل (١) يدعى « سطح التراكب » . القسم الجبهي يطابق محور الانطباق الاحديدابي (٢) . يسمى هذا النوع من الطيات « طية تراكب » .

الصفائح المحيطة بالمناطق التي تمددت . فقد تباعدت (تمدد) · التمدد هو سبب الانخفاضات الكبرى على سطح اليابسة (الاخاديد البريّة) . كما هو أيضاً سبب جميع الانخفاضات التي منها تكوَّنت البحار وتغضنات أواسط المحيطات · يكاد يرافق التمدد دائماً ثوران بركاني . وهو يؤثر أيضاً في سلاسل الجبال ابان استعادة توازنها التضاغطي وقبل تحولها النهائي الى سهوب ·

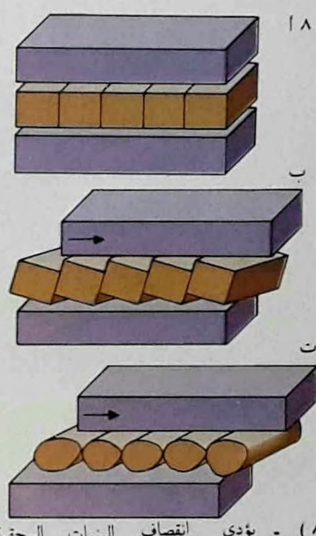
الطيـات

الطيات تموجات في الطبقات يطلق عليها اسم «الطيّات المحدّبة » **(١٢)** عندما يكون قلبها مكوّناً من أقدم الطبقات . واسم « الطيات المقعّرة » عندما يكون مكوّناً من أحدث الطبقات · قد تتخذ الطيات جميع الاحجام ، من المليمتر الى عشرات الكيلومترات · تسمى الطيات الصغيرة الحجم طيات مجهرية · البنيات ذات الاحجام

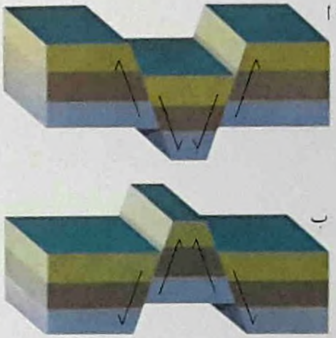
أ٧ ، ب ، ت



أ٨ ، ب ، ت



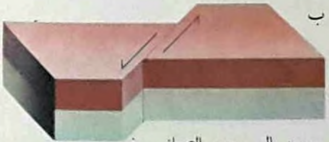
أ٩ ، ب



أ١١



ب

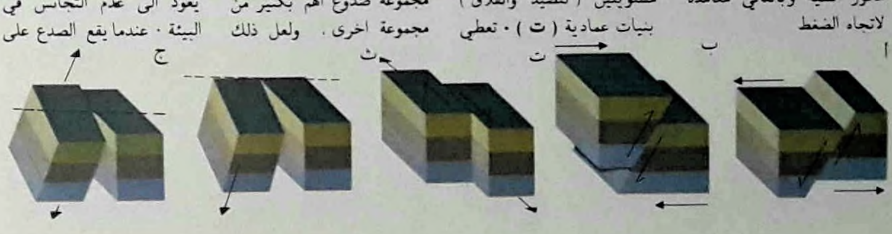


(٧) - تميل طبقة صلبة موجودة بين طبقتين لزجتين (أ) الى التمدد (ب) ثم الى الانقسام الى قطع سجقية الشكل (ت) يكون قطعها العرضي مقعرا حسب اتجاه التمدد ومحدبا بالنسبة للاتجاه العمودي · تكون القطع السجقية متوازية مع محور الطية وبالتالي معامدة لاتجاه الضغط

(٨) - يؤدي انقصاف طبقة صلبة موجودة بين طبقتين لزجتين (أ) الى تفسخ الطبقة الصلبة (ب) ، ويشكل تقاطع بنيتين مستويتين (تنضيد وانفلاق) بنيات عمادية (ت) · تعطي البنيات السجقية والبنيات العمادية معلومات اضافية حول اتجاه التشوهات ·

(٩) - كثيرا ما تكون مجموعة صدوع أهم بكثير من مجموعة اخرى ، ولعل ذلك يعود الى عدم التجانس في البيئة · عندما يقع الصدع على

أ١٠ ، ب ، ت ، ث ، ج

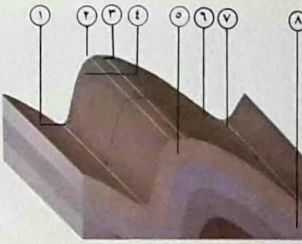


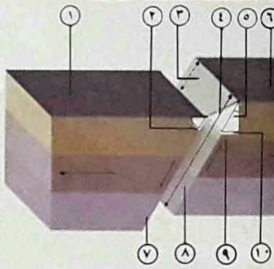
الكبيرة التي تكثر فيها الطيات كثيراً ما تسمى « حدبات مركبة » و « قعيرات مركبة » ٠

البنيات الانضغاطية التي تظهر في سلاسل الجبال متنوعة جداً بالضرورة ، ما دامت قد تكونت على مستويات تتراوح بين سطح الأرض وعمق **٤٠** كلم أو أكثر ٠ بما ان آليات التشوه تختلف باختلاف العمق . لذلك يكون تحت المستوى البنيوي الاعلى ، وهو مقر الصدوع ، مستوى بنيوي أوسط ومستوى بنيوي أدنى ٠ الآلية السائدة في الأول هي الالتواء ، ففيه يحدث التغضن المتساوي السماكة **(٤)** الذي يحفظ سماكة الطبقات ثابتة ؛ الآلية السائدة في الثاني هي التسطح (طيات يرافقها تنضيد شامل) ؛ اما الثالث ، فتسود فيه آلية الجريان (فالمادة تتصرف هنا تصرف السائل) . وهذا المستوى هو نطاق طيات القص **(٥)** ٠

على هذا ، يكون لدينا سلاسل جبال بدون تنضيد ، وهي ليست سوى مجموعة أطراف سلاسل كبيرة (الجورا) ؛ وسلاسل ذات تنضيد تظل فيها التكتونية بسيطة (البيرينيه والقفقاس) ؛ والجبال ذات البنية المتعقدة جداً (سلاسل الألب والحملايا والسلسلة الهرسينية في أوروبا والابلاش) ؛ أخيراً وفي مرحلة نهائية ، سلاسل المناطق العميقة ؛

١٢





(١١) - يسبب الانفكاك او الانجرار تصدعاً افقياً جانبياً ٠ اذا حصلت حركة التصدع النسبية باتجاه اليمين **(أ)** ، يكون الانفكاك يمينيا . ويكون يساريا اذا حصل الانفكاك باتجاه اليسار **(ب)** ٠ تشكل الصدوع المتحولة نوعا خاصا من الانفكاكات ٠

(١٢) - بنية الطيّة :
١ - سطح الطيّة المقعّرة المحوري
٢ - سطح الطيّة المحدّبة المحوري
٣ - ظهر الطيّة
٤ - حافة الطيّة
٥ - الطيّة المحدبة
٦ - ميلان طبقات الصخر
٧ - قعر الطيّة
٨ - الطيّة المقعرة

بنية الصدع :
١ - الجزء الهابط
٢ - زاوية الانحدار
٣ - سطح الصدع
٤ - المزلق
٥ - زاوية الصدع الرأسية
٦ - الجزء الصاعد
٧ - الجدار المائل
٨ - سفح الجدار
٩ - مزلق الانحدار الافقي
١٠ - المزلق العمودي

(١٠) - يؤدي التمدد الى صدع مباشر **(أ)** ، ويؤدي الانضغاط الى صدع معكوس **(ب)** . والقص الى انفكاك **(ت)** ، والانزلاق الى انقلاب بسيط **(ث)** ، والدوران الى انقلاب الكتل **(ج)** ٠

حدود انخفاض . فانه يشكل أخدودا **(أ)** ، ويشكل نتقا **(ب)** اذا وقع على حدود ارتفاع ٠

الصدوع وتطورها

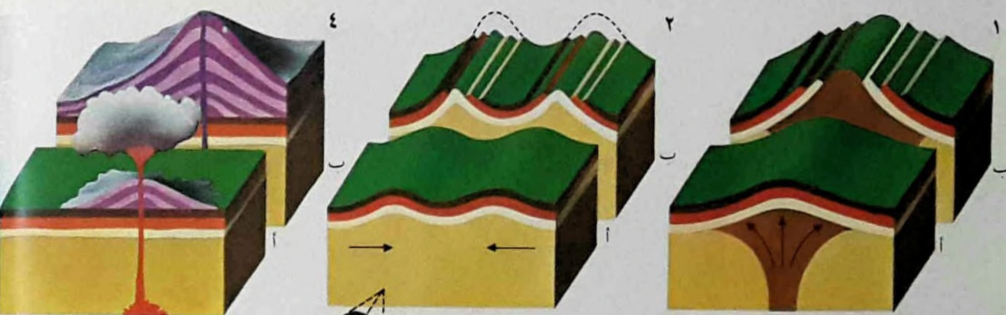
الصدع انقصاف ترافقه حركة نسبية للقسمين اللذين يفصل بينهما ٠ عندما يكون الانفصال عمودياً ، يقال ان الصدع « مباشر » أو طبيعي **(١١ أ)** ٠ أما اذا كان القسمان المنفصلان متراصين الواحد فوق الآخر ، فالصدع يدعى منعكساً أو مضغوطاً **(١١ ب)** ٠ عندما يتحرك صخر بالنسبة الى صخر آخر يحصل احتكاك ، وقد يؤدي الاحتكاك الى صقل مستوى الصدع . فتنشأ هناك « مرآة صدع » ٠ لكن هذا الصقل يكون في أكثر الأحيان غير منتظم ، اذ يرافق الاحتكاك تحزيز ٠ تساعد الحزوز على الكشف عن اتجاه حركة الصدع . كما يساعد التنضيد على تقدير مقدار اتساع الصدع ٠

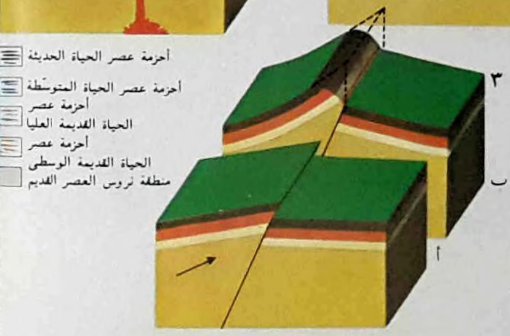
تكوّن الجبال وتطوّرها

قد يكون ما جرت العادة بتسميته جبلاً كتلة ارضية منعزلة ـ قبة غرانيتية أو تراكم مواد بركانية ـ أو سلسلة جبال · جميع هذه التشكلات جيولوجية المنشأ . بعكس بعض التضاريس الصخرية الرسوبية الناجمة عن التأكل أو عن تحجر الرواسب ·

أنواع الجبال

هناك أربعة أنواع مختلفة من الجبال : السلاسل المتغضنة . والسلاسل النتقية والاخدودية . والقبب الغرانيتية . والبراكين · عديدة ومعقدة هي آليات تكوّن السلاسل المتغضنة · فجبال الألب (٩) والكربات والحملايا أمثلة عنها شهيرة · كثيراً ما





(١) ـ يؤدي تمركز كتلة صهارية مقتحمة في موقعها . كالكتلة الغرانيتية المندسة تحت الطبقات . الى انتفاخ الطبقات التي فوقها (أ) انتفاخاً يتحول تدريجياً الى قبة احديدابية (ب) · ·

(٢) ـ يؤدي الضغط الى نشوء سلسلة من الطيات (أ) · تتأكل قمم الطيات المحدبة فتتكون الوديان (ب) · قد تتجوف الوديان تجوفاً عميقاً . وتبرز الطيات المقعرة فيكون بروزها منعكساً ·

(٣) ـ عندما لا تكون الصخور سهلة التشوه . ترتفع بمجموعها كتلاً ضخمة (أ) · تتميز هذه السلاسل بتتابع الصدوع (ب) · تستدير حروف الكتل المرتفعة تحت تأثير التأكل وتتحول الى قمم ·

(٤) ـ يتكون البركان (أ) عندما يخف الضغط تحت القشرة من جراء انطلاق المواد الثورانية المختلفة من خلال شق · ويؤدي ترسب الرماد والحمم المقذوفة وتراكمها الى تكون جبل بركاني (ب) ·

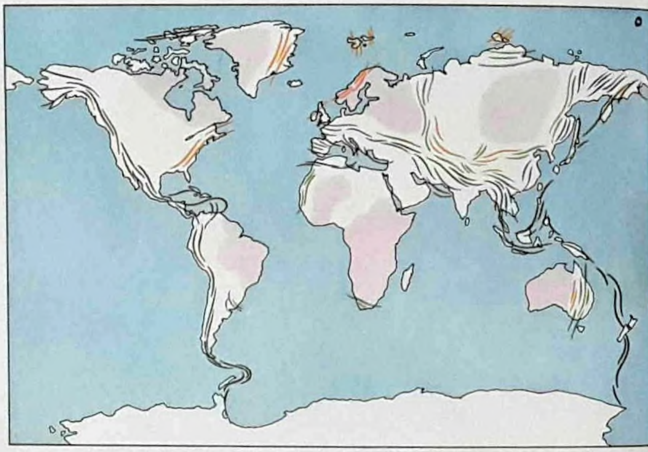
(٥) ـ تتقاسم سطح الكرة الأرضية عدة صفائح من المفترض انها صلبة . تتعرض حافاتها للتشوه · بعض الصفائح محيطية صرف . ويتألف البعض الآخر من قشرة بحرية وقشرة برية · سلسلتا الاورال والحملايا الالبيتان تنمان عن تصادم قديم بين صفيحتين بريتين وتنم سلسلة جبال الانديس عن انزلاق قشرة بحرية تحت حافة برية في الماضي . وينبىء أخدود شرقي أفريقيا بتصدع في القارة الافريقية يبشر بنشوء بحار جديدة في المستقبل ·

يرافق أطوار الانضغاط التي تسبب تغضن السلاسل ونتوء التضاريس تحول في الشكل. وغالباً ما يحدث . في الفترات الفاصلة بين هذه الاطوار أو بعدها مباشرة . ونادراً معها . نشاط صهاري مقترن بتمركز صخور منصهرة. وكثيراً ما تتعرض السلاسل للتمطط . خلال تكيفها الانضغاطي البطيء. للزلازل العديدة التي تحدث الآن في ايران وفي آسيا علاقة بأطوار التكيف هذه.

تتشكل السلاسل النتقية والاخدودية من شبكة من الانفكاكات العمودية الكبرى. يؤدي تتابع الصدوع هذا الى ارتفاع عام للاجزاء المختلفة. لذلك تبدو سلاسل عديدة من هذا النوع كأنها حواجز حقيقية ترتفع فوق الأراضي المحيطة بها . على غرار سلاسل حوض ولاية نيفادا.

القبب الغرانيتية انتفاخات احديدابية أحدثها تمركز الكتل الصهارية في مواضعها.

٥



٦

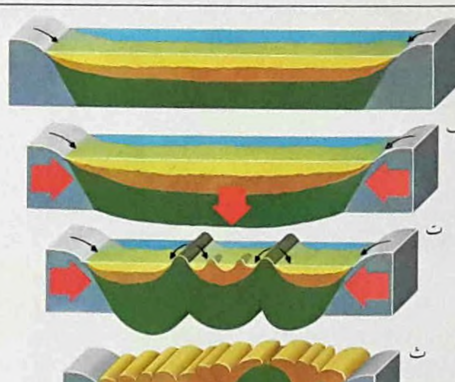


٧ أ

ب

ت

ث



(٦) - يظهر في هذا الرسم سهب في شمالي استراليا. يعود هذا النوع من التشكل الى التآكل الكامل الذي فتك بسلسلة جبلية. المونادنوكات. وهي بقايا قمم السلسلة المتآكلة. تبرز فوق منطقة مسطحة تهب عليها ريح صحراوية.

(٧) - الطبيات المتقعرة في منطقة ما هي مواضع تكوّن بعض السلاسل الجبلية. انها حفر مستطيلة يمكن ان تتراكم فيها طبقات كبيرة من الرواسب (أ). عندما تكون هذه الطيات واقعة بين صفيحتين بريتين وتتصادم هاتان الصفيحتان (ب). تنضغط الرواسب. فتظهر تغضنات واسعة تسمى « طيات محدبة ضخمة » (ت). ويؤدي ازدياد الضغط الى تكوّن سلاسل جبال (ث). لكن العملية معقدة جداً. اذ انها ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالتحول وكثيراً ما ترافقها ظاهرات صهارية.

قد تتصف بعض هذه القبب بالكمال، كالقبب المحيطة ببحيرة تينايا في حديقة يوزمايت الوطنية الفائقة الجمال بكليفورنيا.

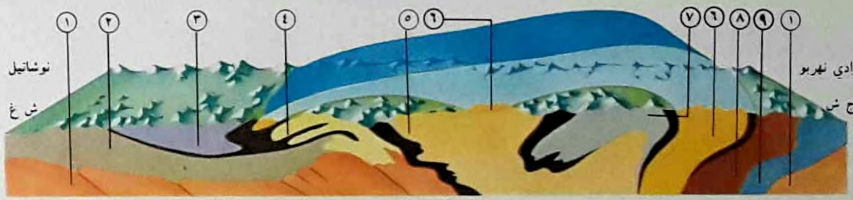
أما البراكين. فهي تتكون خلال الثورانات (٤). وبهذا تختلف عن الانواع السابقة. كما تختلف عنها أيضاً بأنه من الممكن مشاهدة نشوئها وتطورها مباشرة. فالبركان الحديث العهد يحتفظ بأشكاله سالمة تماماً. وتبقى مراحل تكونه المختلفة ظاهرة للعيان. البراكين البرية أقل عدداً من البراكين البحرية والجزائرية. قد تشكل هذه الأخيرة اقواساً جزائرية تمتد على عدة كيلومترات.

السلاسل المتغضنة هي اطلاقاً أهم السلاسل. لأنها قد تمتد على عشرات الآلاف من الكيلومترات. التغضن والانفكاك والتصهّر ظاهرات مترابطة ترابطاً وثيقاً. لأن أسباب تكونها واحدة. لم يتوصل العلماء الى فهم

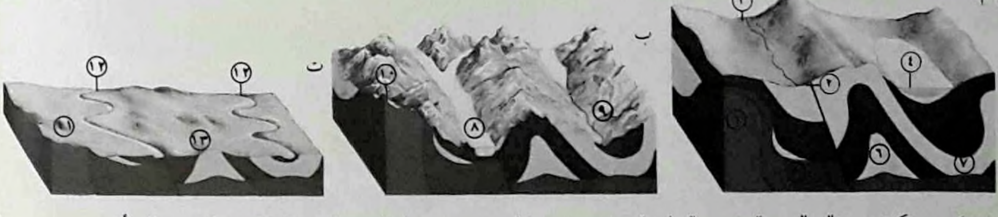
٨



٩



١٠ أ



(٨) - تكونت «الجبال الصخرية» في شمالي كندا. في منطقتها الغربية. من اراض شديدة التحول (١). كانت الحرارة والضغط على درجة مرتفعة بحيث انصهرت الصخور الغرانيتية وتسربت الى داخل الاراضي وترسبت فيها (٢). ثم نجم عن تحرك هذه الرواسب الى فوق انقصاف اراضي العصر القديم (٣) من جهة الشرق. فظهرت صدوع متتابعة ضعيفة الميلان (٤) فصلت هذه الاراضي عن اساسها البلوري (٥). ادت هذه التكتونية الى تراكم الطبقات الرسوبية بسماكة كبيرة.

(٩) - تمّ تكوّن جبال الألب الغربية بتعاقب من الشد والتغضن والانجراف القوي نحو الشمال. ترتبط التكتونية الألبية بمرحلة هامة من التحول ظهر معها النايس

آلية الانضغاط الجانبي التي بفضلها تكونت الجبال الا بعد ظهور نظرية الصفائح ·

وفقاً لنظرية الصفائح . تتكون الجبال في مناطق القشرة المضغوطة بفعل تقارب صفيحتين · تؤثر مرحلة الضغط في القشرة بكاملها . فتتقلص هذه بنسب تكون أحياناً كبيرة · هذا التقلص يؤدي أولاً الى تغضن الاراضي أو الى تكسّرها البالغ عمق القشرة بكامله . أي الى التقبب الجزئي أو الكلي لكامل المنطقة المقعَرة . ثم الى انتفاخ القشرة الى ما فوق فتتكون التضاريس . أو الى ما تحت فيتكون الجذر ·

تطور الجبال واندثارها

عندما تتوقف ظاهرات الانضغاط عن العمل . تخضع السلسلة الجبلية لعملية تكيف تضاغطي صادرة عن الجذر · فالجذر ينزع الى الارتفاع . لأنه أخف من طبقة الغلاف الغائص فيها . وبارتفاعه يسبب نشوء تضاريس لا تلبث أن تتعرض للتأكل · يأتي التأكل نتيجة لتفاعل عوامل مختلفة . كالهواء والماء (بشكل جليد وثلج ومطر ومياه جارية) مع ظروف المناخ · طالما الجذر ما يزال موجوداً . تتتابع عملية تكون التضاريس واندثارها · لكن عندما يندثر الجذر مع التضاريس . تندثر السلسلة أيضاً . فيقال انها قد تسهبت . وهذه هي حال سلاسل الجبال القديمة جداً كالسلسلة الهرسينية والسلسلة الكليدونية ·

اهمية دراسة الجبال

تساعد دراسة الجبال على فهم الظاهرات الناجمة عن انضغاط القشرة · تختلف هذه الظاهرات اختلافاً كبيراً من سلسلة الى أخرى . لكن تفاصيلها لم تعرف بعد معرفة كافية · فسلسلة حديثة العهد . كسلسلة جبال الحملايا . تشهد على ان حدوداً قديمة لبعض الصفائح كانت قائمة في موضعها الحالي خلال الفترة الحياتية المتوسطة للنصف الأول من العصر الثالث · كذلك تسهّل دراسة سلاسل الجبال أيضاً العثور على موضع المحيطات القديمة والاحواض الرسوبية ·

والنضيد (٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨) · المناطق المختلفة الظاهرة في الرسم هي :
(١) القاعدة
(٢) طبقة من الصلصال الطيني
(٣) جبال الألب الأمامية
(٤) الطبقات الهلفيتية
(٦) طبقة السن البيضاء
(٧) طبقة الجبل الوردي
(٨) منطقة ايغريه
(٩) الالب الدينارية

---

(١٠) - تظهر هنا ثلاث مراحل في تطور احدى السلاسل الجبلية ،

(أ) نموذج بسيط لسلسلة حديثة العهد :
(١) باثوليت غرانيتي . (٢) صدع كبير يزيح الطبقات . (٣) ساقية . (٤) مستوى سطح البحر . (٥) صخور تحوّلية . (٦) طية قبوية . (٧) طية متقعرة ·

(ب) : نموذج سلسلة جبال متطورة :
(٨) واد جليدي . (٩) ساقية نشأت عن ذوبان المثلجات (١٠) قمة من نوع « جبل سرفان » كونَها تأكل كتلة غرانيتية . (ت) سلسلة قديمة تسهبت ، (١١) سهب ناجم عن تأكل كامل للسلسلة . (١٢) نهران ينقلان الرواسب المنتزعة . (١٣) بقايا السلسلة المتأكلة ·

١١



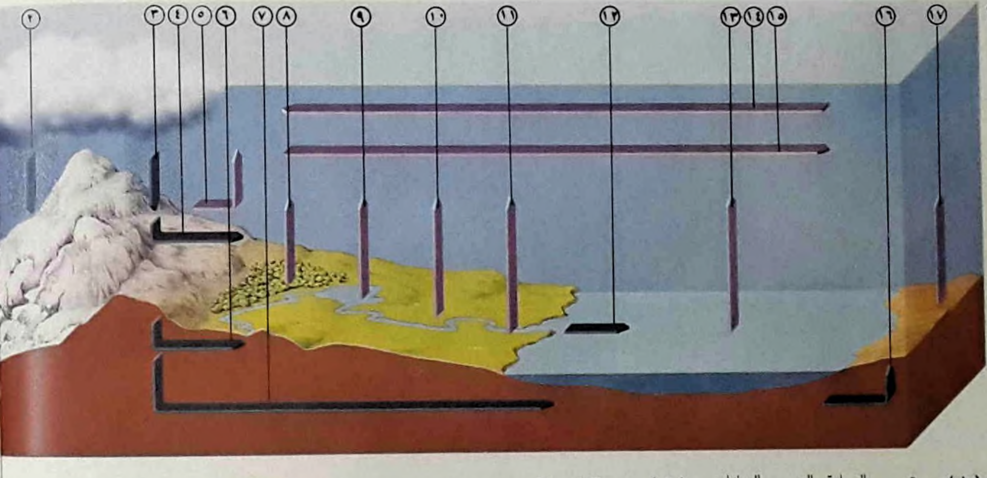
(١١) - الجبل الأبيض نموذج للجبل كما تتصوره عامة الناس · فسلسلة جبال الألب سلسلة حديثة العهد ويتوقف شكلها بالتالي بصورة رئيسية على التكتونية ، يتصف هذا الشكل بشبكة صدوع في حالة تمدد وبطيات قاعية ضخمة في حالة انضغاط · يجعل التأكل هذه المعالم تبرز أكثر فأكثر ·

لا غنى عن الماء للحياة على الارض · تسمى دراسة المياه الهيدرولوجيا . وهي تعنى بتوزع المياه على سطح الارض .وباستخدام الانسان لها . وبكيفية انتقالها من المحيطات الى اليابسة ومن ثم الى المحيطات على طول

الدورة الهيدرولوجية : من المحيطات الى اليابسة ·

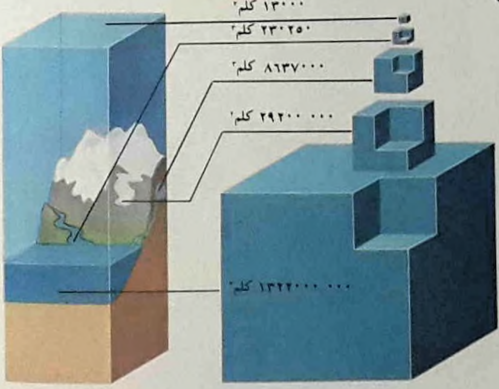
تحتوي المحيطات على حوالى ٩٧ ٪ من مياه الكرة الارضية · ماء البحرمالح لايشرب ولا يمكن استعماله للريّ · يتم الحصول على الماء العذب . في بعض البلدان الصحراوية التي يندر فيها ، بتنقية ماء البحر من الملح ·

١



(١) ـ تسمى العملية التي ينتقل بها الماء بشكل ما من البحر الى البر ليعود اخيرا الى البحر ، الدورة الهيدرولوجية · يوجد الماء العذب على الارض في اشكال البخار الجوي والجليد والماء · مراحل الدورة هي : الهواطل (من مطر او ثلج) (٣) . المياه السائحة (٤) . التبخر بعد هطول الامطار (٥) . جريان المياه الجوفية نحو الانهار والسواقي (٦) . جريان المياه الجوفية نحو البحار (٧) . نتح النباتات (٨) . تبخر البحيرات والبرك (٩) والتربة (١٠) والانهار (١١) والمحيطات (١٣) . انصباب الانهار والسواقي في المحيطات (١٢) . تسرب المياه الجوفية من البحار الى الاراضي الجافة (١٦) . التبخر القوي في المناطق الجافة (١٧) . تحركات الهواء الرطب الاتي من البحار (١٤) . والعائد اليها (١٥) . الهواطل من الثلج (٢) . وانتقال الجليد الى البحر (١) ·

٢



لكن القسم الاكبر من الكرة الارضية تزوّده بالمياه العذبة الدورة الهيدرولوجية الطبيعية (١) التي تخضع لعاملين : حرارة الشمس وقوة الجاذبية .

تبخّر حرارة الشمس جزءا يسيرا من مياه المحيطات التي تغطي حوالى ٧١٪ من سطح الارض ، ثم يرتفع بخار الماء غير المرئي مع التيارات الجوية والرياح . فيتكثف جزء منه ويتحول الى مطر يهطل مباشرة فوق سطح البحر . لكن التيارات الجوية تنقل كميات كبيرة من بخار الماء الى ما فوق اليابسة حيث يتساقط الماء مطرا وثلجا (الهواطل) .

جزء كبير من هذا الماء يتبخر سريعا بفعل حرارة الشمس . بينما يتسرب جزء آخر منه الى التربة ، حيث تمتصه النباتات ثم تفرزه جزئيا مع النَتْح . او يجري على سطح الارض ، مولدا السواقي والجداول والانهار . اما الثلج الذائب . فينساب من خلال فجوات



(٢) ـ يقدر مجموع مخزون مياه الكرة الارضية بـ ٠٠٠ ٠٠٠ ١٣٦٠ كلم ٣ تشكل المحيطات ٩٧,٢ ٪ من هذا المجموع . والمثلجات والقنن الثلجية ٢,١٥ ٪ . والبحيرات والانهار ٠,٠١٧١ ٪ ، والطبقات الجوفية ٠,٦٢٥ ٪ . اما بخار الماء . فلا يشكل سوى ٠,٠٠١ ٪ من هذا المجموع . لكن هذا الجزء يقوم بدور اساسي . فلولاه لكان اي نوع من انواع الحياة مستحيلا على اليابسة .

٣



٤

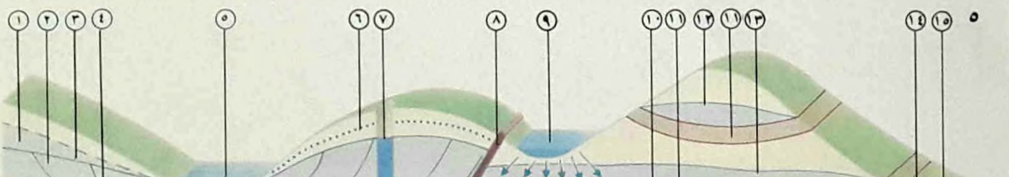


(٣) ـ الحجر الرملي (مقطوع هنا بالعرض) صخر كثير المسام تخترقه المياه بدون اية صعوبة .

(٤) ـ الحجر الكلسي صخر نفيذ . لكنه غير مساميّ . لا يستطيع الماء اختراقه الا من خلال شقوقه وفرجاته .

(٥) ـ تخترق المياه الجوفية منطقة التشبع المتقطع (١) حتى تصل الى طبقة مسيكة . فتشكل فوقها منطقة تشبع او طبقة مائية (٢ ، ١٠) . السطح الاعلى للطبقة المائية هو المستوى الهيدروستاتي (٣ ١٣) . فوقه تقع المنطقة الشعْرية (٦) . يجب ان تحفر الابار (٧) حتى المستوى الهيدروستاتي . لان المنطقة الشعْرية ليست مشبعة. تحول الطبقات المسيكة (٨) دون تسرب المياه الجوفية . في التربة المتجانسة . يسري الماء في مجار (٤) تنحدر اولا ثم ترتفع حتى تبلغ اقرب جدول فتصب فيه . اذا كانت الطبقة المائية جزءا من سلسلة طبقات فيها عدة طبقات مسيكة (١١) . فقد يبلغ المستوى الهيدروستاتي ارتفاعا لا بأس به (١٢) . اذا كانت الطبقة المائية بين طبقتين مسيكتين . يقال انها « حبيسة » (١٤) . تسمى المنطقة التي يتسرب عبرها الماء « محيط الامداد » (١٥) . اذا وُجد مجرى ماء تحت المستوى الهيدروستاتي (٥) . فماؤه يزداد من جراء السيلان . لكنه ينقص اذا كان جاريا فوق « طبقة الانسياب السفلي » (٩) . من جراء تسرب مياهه اليها .

٥

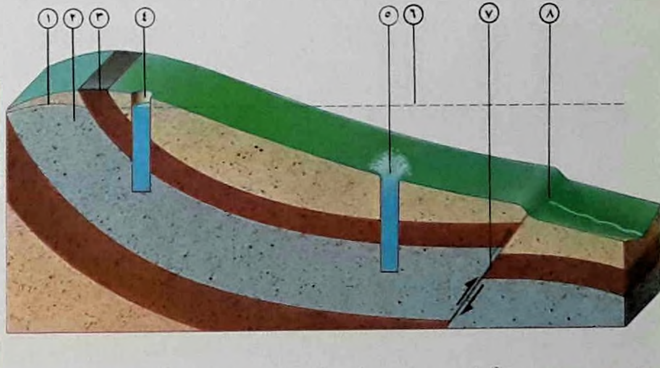


التربة . مكوّنا تحتها طبقات مائية ·

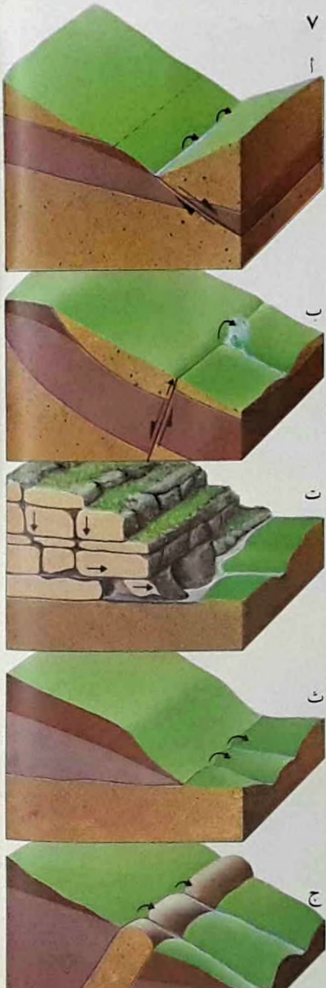
في المناطق القطبية وعلى اعالي الجبال . اكثر ما تتساقط الهواطل ثلوجا تتجمد فوق التربة متراصة في طبقات جليدية ومثلجات · تسحب قوة الجاذبية هذا الجليد الى اسفل . فيصل احيانا الى البحر . حيث تنفصل كتل منه . في المناطق القطبية . مكوّنة الجبال الجليدية · هكذا يتبين بوضوح ان ذلك الجزء من الماء الذي لا يعود مباشرة الى الجو ينتهي في آخر الامر تدريجيا في البحر . مكملا بذلك الدورة اليهدرولوجية ·

اكثر من ٧٥ ٪ من المياه الموجودة على سطح اليابسة يتجمع في المثلجات . كمثلجات غرينلند والقطب الجنوبي . بينما يتخزن الباقي بأكثريته (٢٢ ٪) في طبقات المياه الجوفية · اما المياه الموجودة في البحيرات والانهار والتربة . فهي قليلة نسبيا · يسمى الماء الذي تشرب منه النباتات في التربة « ماء

٦



٧



(٦) - توجد الآبار الارتوازية في جميع المناطق التي تكون فيها المياه الجوفية مضغوطة . والمستوى الهيدروستاتي (١) للطبقة المائية الحبيسة (٢) قريبا من قمة الطبقات المائلة · البئر المحفورة (٤) عبر الطبقة العليا المسيكة (٣) ليست

٨



شَعْريًا » . وهو يحفظ في الطبقة السطحية .

المياه الجوفية ومستواها الهيدروستاتي .

يلج الماء (٥) الصخور النفيذة عبر منطقة « التشبع المتقطع » . التي تتشبع من وقت الى اخر بعد هطول امطار غزيرة تجف بسرعة . تحتها تقع طبقة من الصخور تدعى « منطقة التشبع » . لان مسامها وفجواتها تكون دائما مملوءة بالماء .

يسمى سطح المنطقة المتشبعة المستوى الهيدروستاتي او مستوى الماء الجوفي . ليس هذا المستوى سطحاً مستويا ، فهو متقوّس تحت المرتفعات . وكثيرا ما يكون قريبا من السطح في السهول . كما انه يتغير خلال السنة وفقا لكمية الامطار المتساقطة .

في بعض الاماكن يتقاطع مستوى الماء الجوفي مع سطح التربة . مكونا الواحات والمستنقعات والبحيرات والينابيع (٧) .

ليس الحجر الكلسي مساميًا . لكنه نفيذ . اي ان المياه تستطيع التسرب من خلال شقوقه وفرجاته الوافرة (٤) . تتوسع هذه الممرات بفعل مياه الامطار المحتوية على غاز فحمي ذائب فيها . وهو حامض خفيف تذوب فيه المواد الكلسية . هذه الصخور لا ترشح الماء . كما ترشحه الطبقات المسامية . ففي اواخر القرن التاسع عشر . انتشرت في فرنسا اوبئة الكوليرا والتيفوئيد في مناطق كلسية غنية بالينابيع . وقد اكتشف في اخر الامر ان الماء قد تلوّث من اوساخ القيت في فجوات طبيعية تقع على بعد عدة كيلومترات من الينابيع .

تحتوي بعض الينابيع على كميات كبيرة من محاليل معدنية تكسب مياهها خصائص طبية . فتنشأ حولها منتجعات مائية .

مياه الآبار الارتوازية .

يسمى ادنى مستوى هيدروستاتي ، اي مستوى فترات الجفاف السنوي « مستوى المياه الجوفية الدائم » . لتأمين الماء طوال السنة في بعض الاماكن . لا بد من حفر الآبار الارتوازية حتى هذا العمق . في هذه الآبار (٦) ينبجس الماء بفعل الضغط المائي . اذ تكون فتحة البئر دون المستوى الدائم .

بئرا ارتوازية . لان الضغط الهيدروستاتي (٦) ليس كافيا ليدفع الماء الى السطح . يجب ان تكون باب البئر الارتوازية ادنى من المستوى الهيدروستاتي لكي يتمكن الضغط المائي من دفع الماء الى السطح . من الممكن ان تظهر ينابيع من النوع الارتوازي (٨) على طول الصدوع والتقصفات (٧) . حيث يكون الضغط كافيا ليجعل الماء يرتفع في الصدع . تسمى مناطق الآبار الارتوازية « احواضا ارتوازية » . في احواض لندن وباريس الارتوازية . استخرجت احيانا المياه في الصيف الى درجة ان الطبقة المائية سقطت الى ما دون مستوى باب الآبار . فاصبحت المياه لا تنبجس من تلقاء ذاتها . بل كان لا بد من ضخها .

(٧) - تنبجس الينابيع . عندما يبلغ المستوى الهيدروستاتي سطح التربة . (أ) قد تتفجر المياه من صدع . عندما تصطدم الطبقة المائية بطبقة مسيكة . (ب) الضغط المائي يسبب نشوء الآبار الارتوازية عند اضعف النقط في القشرة الارضية . (ت) تتسرب المياه من خلال التربة الكلسية المتشققة لتنبجس فوق طبقة مسيكة . (ث) تنشأ بعض الينابيع . عندما تكون طبقات نفيذة تغطي طبقة صخرية مسيكة (ج) .

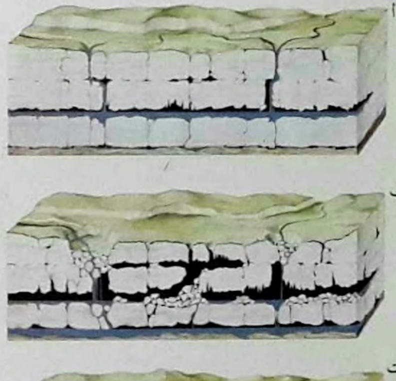
(٨) - الواحة منطقة من الصحراء يجعلها خصبة وجود الماء فيها . تقع هذه الواحات على طول الانهار التي تخترق الصحاري . كنهر النيل مثلا . يعود خصب مناطق أخرى من الصحراء الى وجود مياه جوفية تحتها تصل الى السطح او الى مقربة من السطح . فالاودية هي مجار من المياه المتقطعة لا تجري فيها السيول الا بعد هطول امطار غزيرة . لكن هذه المجاري كثيرا ما تقع فوق انهار جوفية قد تتفجر فتكون الواحات . بامكان الطبقات المائية . في المناطق التي تتلقى امدادها من خارج الصحراء . ان تسير بالماء بعيدا تحت الاراضي الجافة حتى تصل به الى الواحات .

المغاور والمياه الجوفية

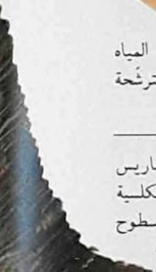
لئن كان القسم الأكبر من سطح الارض معروفاً اليوم ومرسومة خرائطه . فثمة شبكات كبيرة من الدهاليز الجوفية لمّا تكتشف بعد . توجد هذه التجويفات الباطنية خصوصاً في المناطق الكلسية والدولوميتية .

تكوّن الدهاليز الجوفية

الصخور الكلسية صخور صلبة . مكونة من كربونات الكلسيوم . مع انها لا تذوب في الماء الصافي . فهي تتحلل في مياه المطر والثلج . اذ ان هذه المياه . لاحتوائها على كميات قليلة من الانهيدريد الفحمي من اصل جوي . تعمل على تحويل كربونات الكلسيوم في الصخور الكلسية الى ثاني الكربونات القابل للذوبان . يتوقف ايضاً نشوء شبكات







(١) - تنطوي مياه الامطار على الانهيدريد الفحمي الجوي . وهذا ما يعطيها بعض الحموضة . تفعل هذه الحموضة في الصخور الكلسية . فتحوّلها الى ثاني الكربونات القابل للتحلّل . أي تسبّب تأكلها بالتحلّل . فيظهر في هذه الصخور المكربنة نظام من الصدوع والتفسخات (أ) . يعتقد بعض علماء الجيولوجيا ان هذه التجاويف تتكون نتيجة لتشبّع الصخور . بينما يعتقد غيرهم انها تنجم عن تحلّل تدريجي (ب) يؤدي في آخر الأمر الى تكوين شبكة من الدهاليز (ت) .

(٢) - مغاور ماموث في كنتكي اوسع شبكة معروفة من الدهاليز الجوفية . الحديقة الوطنية لمغاور ماموث هضبة كلسية فيها اكثر من ٦٠٠٠ هاوية . تترشح المياه الجارية على سطح التربة في الهاويات التي هي صلة الوصل بين سطح الارض والتجاويف الباطنية . تتصل بعض الهاويات بالتجاويف بواسطة مداخن عمودية وتتصل التجاويف فيما بينها بشبكة معقدة من الدهاليز . لكهف الماموث الكبير اكثر من ٤٨ كلم من الممرات المتصلة . تجري المياه المتسربة بين الصخور الكلسية وتتجمع في سواقٍ جوفية ثم تنبجس في آخر الأمر عند قاعدة الهضبة في وادي ايكوريفر . يظهر هذا الاشتراك بين التجاويف والدهاليز والانهيارات الجوفية في جميع المناطق الكلسية التي تحللها وتتأكلها المياه القليلة الحموضة المترشّحة فيها .

(٣) - تتألف التضاريس السطحية في المناطق الكلسية اجمالاً من متوازيات سطوح تحدّها التفسخات (١) . تتسرب المياه من الاحواض الصغيرة المغلقة (٢) وتنحدر عبر شقوق عمودية ضيّقة (٣) . التكثفات الكلسية (٤) . الشبيهة بحواجز صغيرة او درجات . تنجم عن المياه المتدفقة . تجري الانهار في الوديان العميقة (١٧) . لأن الوديان القديمة اصبحت مرتفعة (١٣) . تنشأ المثاعب (١٢) عندما تكون المياه تحت المستوى الجوفي .

الدهاليز على نظام التفسخات الصخرية والصدوع في الكتل الكلسية . لأنه كثيراً ما يقطعها الى متوازيات السطوح ، فيسهّل بذلك اختراق المياه لها .

عندما تتعرى الصخور الكلسية ، تتسرب مياه الامطار (١) من خلال الصدوع والتفسخات الصخرية فيها ، سالكة اقرب طريق عمودي ممكن حتى تصل الى سطح مسيك او الى طبقة مائية او شبكة مائية . في حالات اخرى ليست بنادرة ، يتوقف الماء عند المصطبات بعض الوقت ، ريثما يجد له في صدوعها وتفسخاتها ممرات اسهل عبوراً ، فيوسّع هذه الممرات ويحوّلها الى دهاليز طويلة .

يرى بعض العلماء ان هذه الطريقة لتفسير تكوّن المغاور لا تستطيع تفسير تكوّن المغاور العالية السقوف . لذلك ذهبوا الى القول ان تكوّنها لم يكن تدريجياً ، بل يعود

٣



فتخرج متدفقة (٢٠) . اشكال التبلر متنوعة وطريفة للغاية . فمنها الهوابط (٥ ، ٦ ، ١١ ، ١٦) ، والصواعد (١٤ ، ١٥ ، ٨) والاعمدة (١٠) . تعيش حيوانات مائية في الجيوب المائية (٩) . وقد عثر في المغاور على العديد من آثار الانسان القديم (١٨) .

الى عهد كان فيه سطح التربة اكثر ارتفاعاً مما هو عليه اليوم وكانت الصخور الكلسية مشبعة كلياً بالمياه الجوفية . فعندما تراصّت الصخور . ضغطت على المياه فتسربت منها الى الخارج . متجمعة على السطح . وبعد ذلك . فعل التأكل فعله في سطح التربة . فهبطت طبقة المياه الى القعر .

تعتبر مغاور الماموث في حديقة كنتكي الوطنية بالولايات المتحدة اكبر شبكة دهاليز معروفة في العالم . رسمت منها حتى الآن خرائط لاكثر من ٢٣١ كلم من الدهاليز . اما أعمق مغارة معروفة حتى الآن . فهي هوة بيار سان مرتان في جبال البيرينيه الغربية . التي يبلغ عمقها ١٢٧٠ م . لكن اوسع مغارة جوفية معروفة هي مغارة بيغ روم في كهوف كارلسباد بنيو مكسيكو . الواقعة على عمق ٤٠٠ م وطولها ١٣٠٠ م . وعرضها ٢٠٠ م . وارتفاعها ١٠٠ م .

٤



٥



٦



٧



(٤) - يهبط المستغور في مغارة بواسطة سلّم معدني . يلبس خوذة واقية مجهزة بمصباح يعمل بكربور الكلسيوم . عدة استكشاف المغاور التي يحملها المستغور يجب ان تكون بكاملها قابلة للتفكيك . كي يتمكن المستغور من المرور في المنافذ الضيّقة .

صفات الكهوف الجوفية

تكسو جدران الكهوف الجوفية رواسب من كربونات الكلسيوم كوّنتها ترسبات البلورات المتكثفة على اثر انعتاق الانهيدريد الفحمي · اشكال هذه البلورات متعددة ، وأشهرها الهوابط (٥) والصواعد (٧) · تنشأ الهوابط عن المياه المتسربة من شقوق السقف ، اذ تتبخر جزئياً قطرات الماء الساقطة ، فتترسب كمية قليلة من كربونات الكلسيوم وتستقر ،



(٥) - توجد الصواعد والهوابط وأعمدة كربونات الكلسيوم مجتمعة في هذه المغارة · تتكوّن الاعمدة عندما يتم الاتصال بين الصواعد والهوابط · الهوابط سريعة العطب وتنكسر بسهولة ، وهذا ما يجعل احجامها صغيرة في غالب الاحيان · اطول هابطة معروفة اليوم هابطة جدارية في مغارة نرخا بالقرب من ملاقه باسبانيا ، ويبلغ طولها ٥٩ م ·

(٦) - يسد نوع من التشكلات الكلسية احواضاً صغيرة بما يشبه درجات السلم · تتكوّن هذه التشكلات وتنمو بترسب الكلسيت من الماء الذي يغمر الأحواض ·

(٧) - ترتفع الصواعد من قعر المغاور ، وهي عادة اقصر من الهوابط واسمك منها · توجد أطول صاعدة (٢٩ م) في بئر ارمان الطبيعية في اللوزير بفرنسا ·

(٨) - التهدّلات هوابط تنشأ على جدران الدهاليز ، وتدعى ايضاً هوابط لأنها تكون متجهة نحو الاسفل كالهوابط الحقيقية ·

ثم تأتي قطرة اخرى ينجم عنها غشاء ثان ، وهكذا دواليك حتى تكتمل ببطء بنية الهابطة ·

تتبخر قطرات الماء المستقرة في القعر بالطريقة ذاتها ، فيؤدي ذلك الى نشوء الصواعد · قد تتصل صاعدة بهابطة ، فتكوّنان معاً عموداً واحداً (٧) ·

نمو هذه التكثّفات يكون بطيئاً عادة ، ويحتاج بعضها الى ٤٠٠٠ سنة ليزداد طوله ٢،٥ سم · اما اشكالها ، فتتوقف على ظروف تساقط الماء ·

هناك تكثّفات كلسية أخرى (٦) ، كالتي تسد احواضاً صغيرة بما يشبه درجات السلم ·

مجموع هذه التشكلات هو ما يضفي على الدهاليز الجوفية جمالها ، وهو ما يجتذب السيّاح الى المناطق الموجودة فيها · من أروع المغاور الجوفية في العالم مغارة جعيتا في لبنان ·

الحياة في المغاور

تكاد تقتصر الحياة الحيوانية في المغاور على الحيوانات العمياء ، من امثال القشريات الصغيرة والحشرات والدعاميص والاساريع والديدان والسمادل · لكنّ الخفافيش ممثلة ايضاً بكثرة في المغاور · فمن مغاور كرلسباد تطير كل ليلة مئات الالوف من الخفافيش التي ما تلبث بعد ١٥ دقيقة من الطيران ، ان تحط في وادي بيكوس حيث تتغذى بالحشرات ثم تعود الى مغاورها قبيل الفجر ·

تشكل المغاور الجوفية مصادر معلومات ممتازة لعلماء الآثار · فقد وجدت فيها آثار حياة بشرية من عظام ومواقد وادوات ورسوم جدارية وما أشبه ·

الأنهر والبحيرات

تتبخر مياه المطر . او تتسرب الى داخل التربة . او تجري سائلة فوق سطح الارض . تؤدي عوامل عديدة الى تجمّع جداول صغيرة من الماء في بعض النقاط . فتتمركز في هذه النقاط النتائج الميكانيكية الناجمة عن السيلان . فتكوّن مجاري ماء ذات حجم أكبر تفعل بدورها في موضع تجمّعها بمزيد من القوة حتى تشق لها قناة تصريف ثابتة .

التأكل والنقل

الماء هو اهم العوامل الأساسية التي تسهم في رسم معالم اليابسة . وهو عامل تأكل ونقل وترسيب . اجمالا . يشتمل وادي مجرى الماء على ثلاثة اقسام تتفاوت اهميتها النسبية تفاوتا

١ ت ب أ



٢



(١) ـ تتراوح الانهار ما بين جدول الماء البسيط السريع في الجبل وبين النهر البطيء المتعرج على مقربة من البحر . يشتمل وادي مجرى الماء على ثلاثة اقسام . عالية النهر وفيها يحدث التأكل ويتم نقل المواد الضخمة (أ) . والقسم الاوسط (ب) وفيه يتم انسياب الجسيمات نحو القسم الاخير الذي هو سافلة النهر (ت) .

(٢) ـ جيوب الماء والشلالات تشكّلات سببها وجود ارصفة صخرية متماسكة . عندما ينحدر قعر المجرى . تتزايد سرعة التيار . فيقتلع الصخور السهلة التفتت . تاركا حفرا مكانها . بينما تبقى الصخور القاسية في مواضعها مشكلة نوعا من الحاجز . يعود غالبا تكوّن البحيرات الى انهيارات تسد مجاري الانهار . او الى تجمع الماء في منخفضات فسيحة تكونت في حقبة جليدية . للبحيرات الأمريكية الكبرى اصل جليدي . اما بحيرات افريقيا الشرقية . فقد تكونت من انقصاف في القشرة الارضية . عندما يتغير مجرى النهر . فيمر فوق صخور سهلة التفتت بعد مروره فوق صخور قاسية . يؤدي تأكل الصخور اللينة الى تكوين شلال .

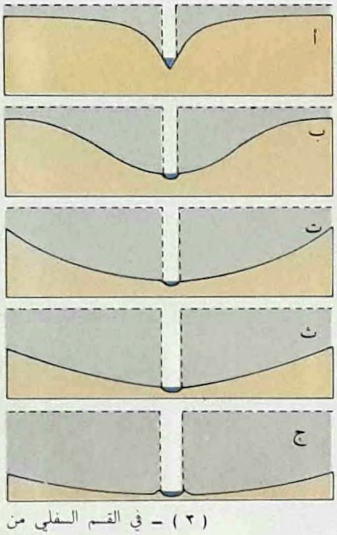
كبيرا : قسم اعلى يسود فيه التأكل ؛ وقسم اوسط يسود فيه عامل النقل وتتعاقب فيه فترات التأكل وفترات الترسّب . وقسم اسفل يسود فيه الترسب (١) .

تتوقف فعّالية المياه الجارية على عاملين : منسوب التيار وسرعته من ناحية . ومقاومة المادة من ناحية ثانية . عندما تكون الصخور متماسكة . يعود الدور الأساسي الى الخصائص الكيميائية للماء بالنسبة الى الصخور القابلة للتحلل . والى طبيعة المواد بالنسبة الى الصخور الاخرى . فاحتكاك المواد بالصخور يبري الصخور في مكانها . لاسيما اذا كانت تلك المواد قاسية . فتنشأ عن ذلك اشكال متميزة من ادهشها الحفر المعروفة باسم « حفر العمالقة » الناجمة عن دوران الحصى في الدوامات ابان الفيضانات (٥) . مع ذلك . ما تزال عملية تأكل الصخور المتماسكة غير معروفة تماما . وهذا ما يؤكد الدور الأساسي

٣



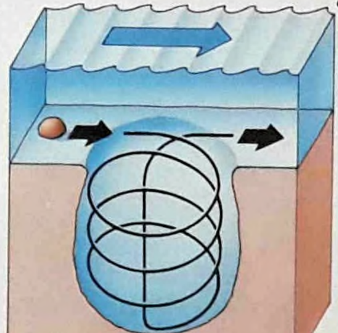
٤



(٣) - في القسم السفلي من النهر . تجري المياه في اقنية محفورة في قعره . تكون هذه الاقنية ملأى بالرمل عند سافلة النهر . لكنها تكون ضيقة عند عاليته . ابان الفيضانات . تحفر الانهار اثلاما عميقة في الصخور السهلة التفتت . لكنها لا تستطيع قرض الصخور القاسية الا عندما تحدث فيضانات استثنائية من التي يبلغ ارتفاع الماء فيها عشرة اضعاف ارتفاعه الطبيعي ومنسوب النهر ١٠٠ ضعف منسوبه العادي .

(٤) - ينشأ الوادي عن التعاون بين ظاهرتين . طاقة الماء الحركية والتلف السطحي . فالماء الهابط بقوة يقوّض **الحواف** . مكوّنا جانبية بشكل ٧ (أ) . كذلك من شأن التلف السطحي . عندما يسهله سيلان الماء . ان يجعل الصخور سهلة التفتت . مما يؤدي في آخر الامر الى توسيع الوادي (ب) . عندما تخف سرعة المجرى . يصبح التلف هو الفاعل الاقوى (ت ، ث) . في مراحل السيلان الاخيرة (ج) . يجري النهر ببطء وسط حقل من الغرين .

٥



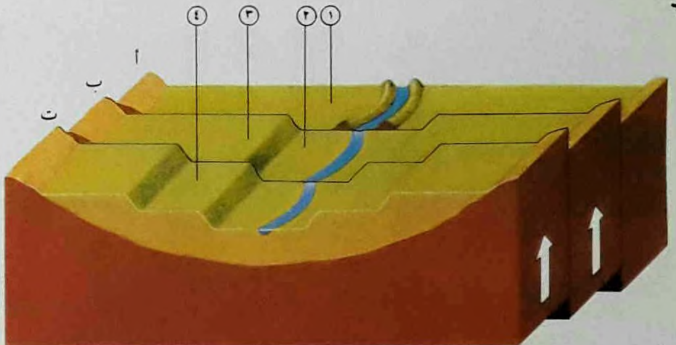
(٥) - تظهر « حفر العمالقة » في مجاري الانهار السريعة . بامكان حصاة من الصخر القاسي . اذا نقلت الى منخفض بسيط وتعرضت لحركات دوامية . ان تحفر تجويفا مستديرا .

الذي تقوم به الخصائص الكيميائية للماء في تلف سطوح الصخور وتفتتها · اما عندما تكون الصخور غير متماسكة . فما يحدد مدى تأثير العمليات الثلاث (التآكل والنقل والترسب) انما هو حجم المادة وسرعة التيار · لذلك يكون لعمليتي التآكل والنقل اهمية خاصة ابان الفيضانات · في مثل هذه الحالات . يمكن لجميع المواد من اي حجم كانت ان ينقلها التيار شرط ثبات قوته . اذ ان المواد تترسب توا عند اقل نقص في سرعة التيار ·

الترسّب

تترسب العناصر حسب وزنها . فأثقلها وزنا اسرعها ترسبا · في القسم الاوسط من مجرى الماء . قد يترسب جزء من المواد . لاسيما ما كان منها كبير الحجم . لكن عادة الى حين فقط . اذ قد يأتي تيار لاحق فيجرفها ·

٦



٧



٨



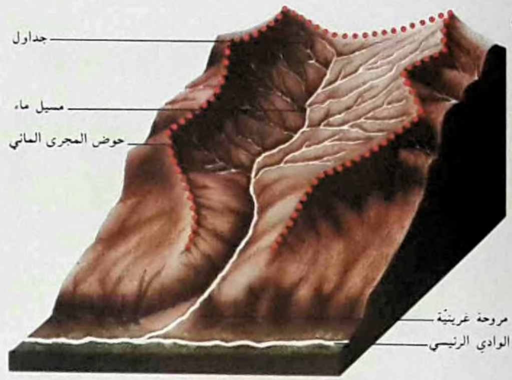
(٦) ـ المصطبة سطح مستو يحفّ مباشرة بالوادي فوق المجرى الرئيسي · عندما تنخفض مياه النهر في مجراه الرئيسي (أ) . عقب ارتفاع الارض او انخفاض مستوى المجرى الأساسي (ب) . ينشأ مجرى رئيسي جديد (٢) على مستوى ادنى . فيصبح المجرى القديم مصطبة (٣) · كل ارتفاع ارضي لاحق (ث) بشكل مصطبة جديدة (٤) · في (أ) يظهر الوادي الأساسي قبل اي ارتفاع ·

(٧) ـ في اخر الدورة . يتم تصريف المياه في انهار تجري متعرجة بانحدار ضعيف جدا · تكون سرعة التيار خفيفة على طول حافته الداخلية . مما يسهل الترسب . بينما تزداد السرعة على طول الحافة الخارجية مما يسهل تأكل الصخور · فبينما تزداد التعرجات تباطؤا (ج، ث ، ت) . تتفخ الى اذرع (ت) · تبقى الذراع المنفخة غائصة في الوحل (ب) حتى تصبح بحيرة هلالية الشكل (أ) ·

(٨) ـ تتكون الدلتا عادة عندما يتجاوز ما ينقله النهر من رواسب قدرة التيارات البحرية الساحلية على اجترافه · تتكوّن الدلتاوات بأكثر ما يكون من السهولة في البحار شبه المغلقة حيث لا وجود لتيارات المد والجزر · لذلك تنتهي انهر منطقة البحر المتوسط بدلتاوات · غير ان الانهر ذات المنسوب القوي المحتوي على مواد جامدة . فهي ايضا تشكل دلتاوات حتى في المحيطات · اكبر دلتا في العالم هي دلتا الميسيسبي · وفي اوروبا دلتا الراين ·

(٩) ـ تتغذى السيول من مياه الجداول الوعرة التي تصب فيها · تكون سرعة السيلان قوية في قناة التصريف . ثم تخف في الوادي وتؤدي الى تكوين مخروط ترسبي ·

يبدأ التأكل من اسفل المنحدرات (حيث يكون المنسوب كبيرا بسبب تجمع مجاري المياه الفرعية) ، وينتقل مزدادا تدريجيا نحو الاعلى بقدر ما يكون الانحدار قويا (اذ تكون سرعة التيار اقوى) . نتيجة لذلك ، يتناقص التأكل مع مرور الزمن بقدر انخفاض جانبية مجرى الماء . لكن عندما تبلغ هذه الجانبية حدها المنشود ، الذي يدعى « جانبية التوازن » ، يتوقف التأكل ، لأن الطاقة



٩

(١٠) - تتخذ الجانبية الطولية لمجرى ماء شكل منحن محدب الى اعلى . يكون تقريبا افقيا عند السافلة قرب البحر وعموديا عند العالية . شكل الجانبية هذا هو منتهى التطور النهري .

١٠



الناجمة عن سيلان المياه لا تعمل حينذاك الا لمقاومة قوى الاحتكاك . فلا يحدث لا تأكل ولا تعديل ولا نقل .

مسار مجرى الماء

عند عالية مجرى الماء ، تكون سرعة التيار شديدة بحيث يمكنها اقتلاع الكتل الكبيرة ونقلها . ترافق هذا العمل انهيارات وانزلاقات في التربة تؤدي الى رسم جانبية عرضية بشكل ٧ . في مثل هذه المنطقة ، تظهر ايضا الاشكال التي لها طابع خاص ، كالجيوب المائية والمساقط السريعة والشلالات (٥ ، ٢) ، التي تتوقف على سرعة التيار وحجم المواد المنقولة وطبيعتها وعلى طبيعة صخور الأراضي التي يمر فيها النهر . من الامثال الشهيرة عالميا على هذه الظاهرات مساقط النيل السريعة وشلالات النياغرا والزمبيزي المهيبة .

القسم الاوسط من مجرى الماء هو بمثابة قناة تصريف يتم فيها نقل العناصر المنتزعة من عالية المجرى ، وينطبق هذا التعريف ايضا على السيول الفرعية . في مجاري المياه الكبيرة ، يكون للقسم الاوسط دور اساسي ، اذ يؤدي تعاقب فترات التأكل وفترات الترسب فيه الى تكوين مصطبات غرينية هي ابرز مظاهر الاودية النهرية .

عند سافلة المجرى ، لا يسمح الانحدار ، الذي يكون عادة دون ١٠ سم بالكيلومتر ، الا بنقل الاجسام الخفيفة جدا . اما الترسب ، فيتم هنا تدريجيا (٧) حسب حجم العناصر . تنشأ الدلتاوات (٨) ، عندما يتجاوز ما ينقله النهر من رواسب قدرة التيارات البحرية الساحلية على اجترافه ، وهو ما يحدث خصوصا في البحار شبه المغلقة .

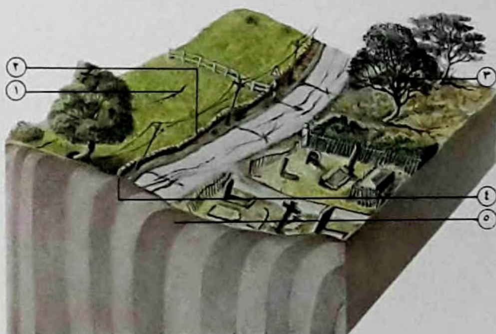
الماء نحّات الأرض

ماء المطر لا يقتصر على الماء المنجرف على غير هدى فوق سطح الأرض . فهناك جزء منه يتسرب الى الاراضي الخوارة القابلة للتشبع . فضلا عن الماء الذي يتبخر او الذي يسيل في شبكة المياه الجارية . تسهّل الاراضي المنحدرة انصباب المياه في حوض مشترك لا يلبث ان يتحول الى نهر ؛ من جهة اخرى ، يعود قسم من مياه التسرب الى الظهور فوق سطح الارض من ينابيع تمد بدورها الأنهار بالمياه .

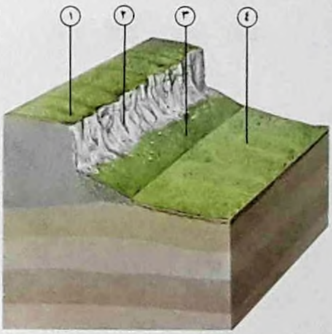
نشوء السفوح

لئن كان انهيار الأراضي يحدث في اي اقليم وتحت اي مناخ . فانزلاق الأراضي

١



٢



(١) – تحت تأثير الماء والهواء والعوامل الكيميائية وتقلبات الحرارة . تتفكك التضاريس الصخرية في تلة تدريجيا ثم تتحول الى تربة رخوة . لا تلبث ان تنجرف تدريجيا بفعل الجاذبية نحو اسفل المنحدرات . غالبا ما تظهر آثار هذه الانزلاقات على المنحدرات بوضوح . كما تشهد على ذلك المصاطب الصغيرة (١) والجدران المائلة (٢) وجذوع الاشجار المنحنية (٣) والتربة المرتفعة من الجهة العليا لجدار (٤) وانقلاب اتجاه الطبقات العمودية (٥) .

(٢) – يتألف الجرف من اربعة اقسام ، (١) طنف معرض للتأكل . (٢) جبهة مؤلفة من صخور قاسية معراة . (٣) تلعة مكونة من تراكم المواد المنتزعة . (٤) منحدر خفيف .

(٣) – في المنطقة المكوّنة من تراكم طبقات رسوبية افقية . يكون شكل الشبكة المائية شجرانيا . لكنها تكون مدرجة في المواضع التي تتعرض فيها الطبقات الخوارة للتأكل اكثر من الطبقات الصامدة . يظهر في الرسم ، (١) هضبة . (٢) تلعة . (٣) شلال . (٤) شعب . (٥) اراض رديئة . (٦) طبقة خوارة . (٧) طبقة صامدة .

(٤) – غالبا ما تكون الطبقات الارضية ذات البنية المنضدية مائلة . من شأن المياه ان تسيل اولا في اتجاه هذا الميل . لكنها عندما تمر في اراض خوارة . تتكون روافد تتخذ اتجاها متعامدا نوعا ما مع اتجاه ميل الطبقات . عندما تحفر المياه الأراضي السيكة (١) . ينكشف ما فيها من طبقات نفيذة (٢) ويظهر للعيان . ثم عندما تنهار قاعدة الطبقات النفيذة . تتكون الاضلاع (٣) . اما استرساب الصخور الصهارية . فأنه يؤدي بفضل صلابته الى نشوء سلسلة من الذرى (٤) .

(٥) – يتوقف ارتسام الشبكة المائية على طبيعة الأراضي الموجودة فيها . فعندما تكون الأرض متجانسة . تتخذ مجاري المياه شكلا شجرانيا (أ) . لكن عندما تتناوب الطبقات . تكون الروافد معامدة للمجرى (ب) . اما على القباب . فتكون المجاري شعاعية (ت) .

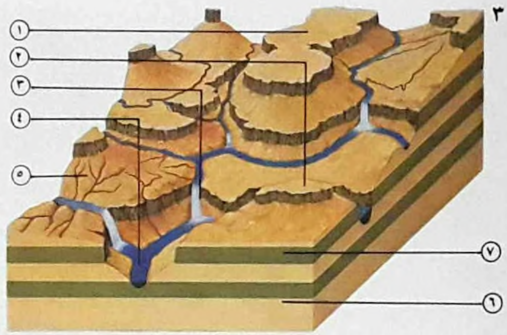
(٦) – تحدث ظاهرة الاجتذاب عندما يجتاح نهر بعالية مجراه او بعالية روافده (١) . نتيجة للتأكل . حوض نهر مجاور (٢) .

وزحف التربة (تحرك بطيء لتشكلات سطحية نحو اسفل السفوح بفعل تكوّن الجليد وذوبانه) يتوقفان على درجة تشبع تلك التربة بالماء . قد يكون للسيلان العشوائي دور اساسي في تكوين السفوح . لكن هذا النوع من السيلان لا يلبث ان ينتظم . فهو اذن حالة خاصة من حالات عمل المياه الجارية الذي يؤثر تأثيرا اساسيا في تشكيل معالم الارض .

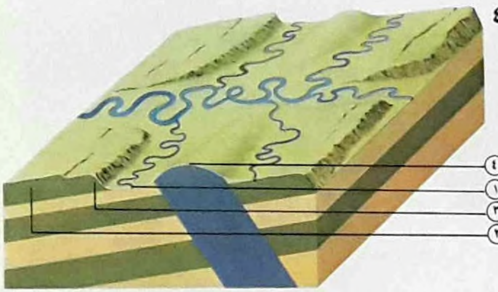
الماء والعوامل التشكيلية

تتأثر شبكة تصريف المياه والاشكال المرئية التي تتخذها بطبيعة الاراضي (العوامل الحجرية) وبكيفية اصطفاف طبقاتها (العوامل البنيوية) (٥) . تكثر البنيات الافقية خصوصا في المناطق الرسوبية وتتميز بتضاريس منضدية (٣) . عندما تكون الطبقات منحنية انحناء خفيفا . يسمّى الشكل الأوّلي للتضاريس المنضدية ضلعا (٤) . وهي

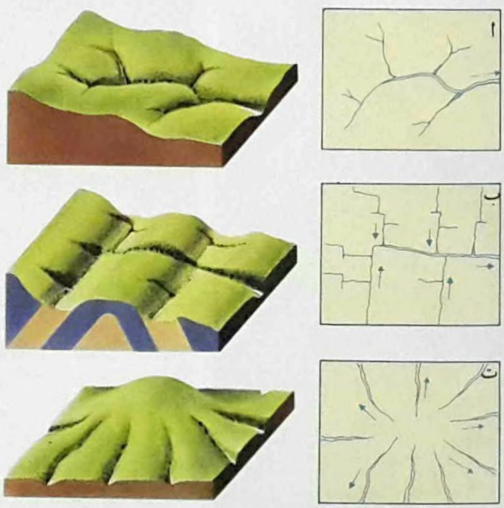
٣



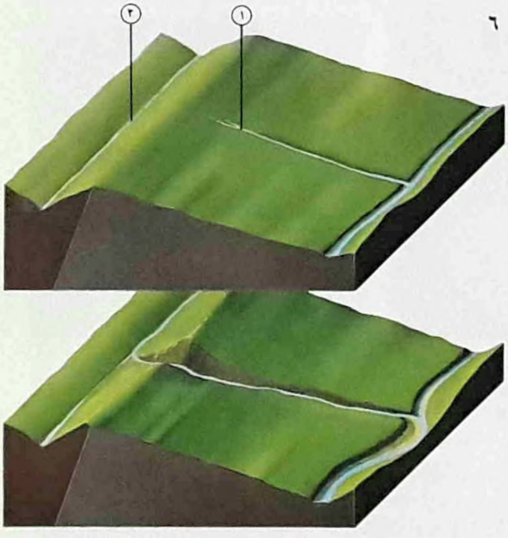
٤



٥



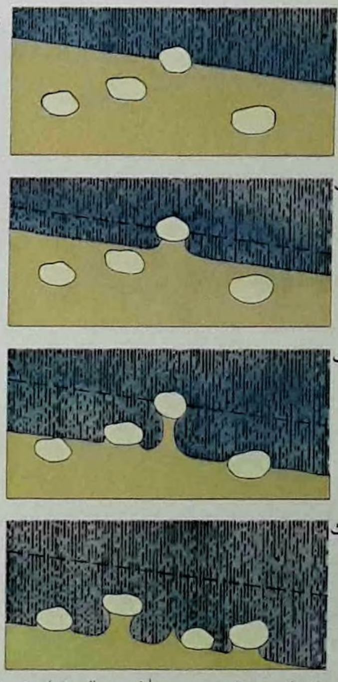
٦



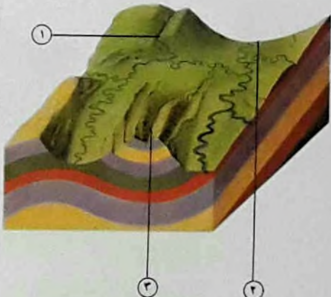
تضاريس غير متماثلة يعمل على تشكيلها ، من ناحية . منحدر ذو جانبية مقعَرة (الجبهة) . ومن ناحية اخرى ، هضبة منحنية انحناء خفيفاً الى الخلف (الجانب) . يتوقف تنوع الاضلاع على تنوع التصرف للطبقات المختلفة في السلاسل الرسوبية المتناوبة ، فأكثر الطبقات مقاومة واصلبها هي وحدها التي تبرز للعيان . مشكّلة القسم المرتفع والوعر من الجبهة .

لكن عندما تكون الطبقات متغضنة باعتدال ، وتكون الطبقات الخوارة طاغية على الطبقات الصامدة . تتكون تضاريس معكوسة . اذ يطغى تفتّت الصخور ذات المقاومة الضعيفة على فوارق المستويات الناجمة عن اختلاف البنيات . فتصبح الطيات المقعرة في هذه الحالة « جاثمة » (٨) . اما في البنيات الأكثر تعقدا والكثيرة التضاريس (كالتراكبات والصدوع والهضبات

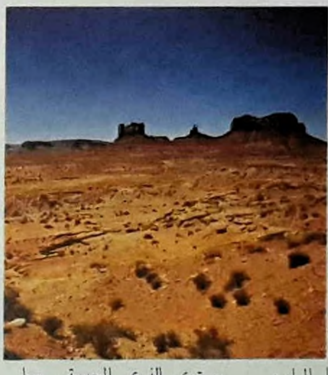
٧



٨



٩



١٠



(٧) – تنجم « مداخن الجان » (ب ، ث) عن ان صخورا كبيرة الحجم قد صدت المياه الهائجة ومنعتها من اجتياح التربة الرخوة وراءها (أ) . عندما تنهار هذه الصخور (ث) . لا تلبث تلك التربة ان تجرفها المياه .

(٨) – في المناطق المتغضنة ، يكون تأكل الطيات المحدبة (١) اسرع من تأكل الطيات المقعرة (٢) . وذلك بسبب الشقوق التي تتكون عادة في مستوى الذرى المحدبة ، مما يؤدي الى انقلاب المعالم ، فالوديان تأخذ مكان الطيات المحدبة ، بينما تصبح الطيات المقعرة ناتئة « جاثمة » (٣) .

(٩) – السهب هو النتيجة الطبيعية لدورة التأكل ، وهو سطح مستو متعدد العناصر مؤلف من سطح تأكل (وهذا ما تمثله هذه الصورة لصحراء يوتاه في الولايات المتحدة) وسطح ترسب .

(١٠) – يتم تأكل المياه لسطح ما على عدة مراحل . فالهضبة الحديثة تكون مسطحة نوعا ما . فيأتي النهر ويخترقها بسهولة ، حافرا فيها قنوات عميقة . هنا في الرسم يرى النيل الازرق يشق الهضبة الافريقية .

المتداخلة) . فكل خط من خطوط قطع الاتصال . ولاسيما الصدع . يؤثر في عمل المياه الجارية . وذلك لسببين ؛ اولا لأن الصدع يشكّل على الارض خط انقطاع وبالتالي خط ضعف في الدعامة الصخرية . وثانيا لأنه . في اكثر الاحيان . يصل . بشكل عنيف ووفاقا لخط واضح المعالم . بين اراض تختلف من حيث تركيبها الصخري · كل هذه العوامل تسهم في تعيين موضع تجمع المياه وفي عملها .

١١



١٢



(١١)ـ تظهر في هذه الصورة « أراض رديئة » في الولايات المتحدة · يتكون هذا النوع من التضاريس في الأقاليم شبه الجافة حيث يبطش السيلان العشوائي بعنف خلال هواطل مفاجئة وشديدة . فيؤدي الى تأكل شامل واستئصال كامل ·

(١٢) ـ يأتي شكل المناظر الطبيعية التي نعيش فيها نتيجة لعمليتين مترابطتين ترابطا وثيقا . نشوء المعالم من جهة . وتلفها بفعل عوامل التحول والتأكل . من جهة اخرى . مع العلم ان السهب يشكل المرحلة النهائية لكل دورة تطورية · يتوقف شكل كل منطقة اذن على المناخ وطبيعة الاراضي وكيفية اصطفاف طبقاتها . كما يتوقف ايضا على نظام التأكل فيها .

وذلك بتأثيرها على ارتسام شكل الانهار وتطور التضاريس · خير مثال على ذلك وادي الراين ·

ليست الشبكة المائية ثابتة قط . وهي تتعدل بمرور الزمن· يطلق اسم « الاجتذاب » على عمل النهر الذي يجتذب اليه قسما من المياه التي تغذي نهرا آخر او كلها (٦) · يحدث ذلك عندما يجتاح نهر بعالية مجراه او بمجاري روافده . نتيجة لتأكل تراجعي . حوض نهر مجاور · هنا ايضا تسهّل عمل هذا التأكل التراجعي القابليات البنيوية (منحدر سيلان قوي او اراض ضعيفة المقاومة) · من الامثلة الكلاسيكية على اجتذاب من هذا النوع نهر الموزيل الذي كان اصلا أحد روافد نهر الموز ·

تغوّر الاودية مرحلة من مراحل دورة التأكل

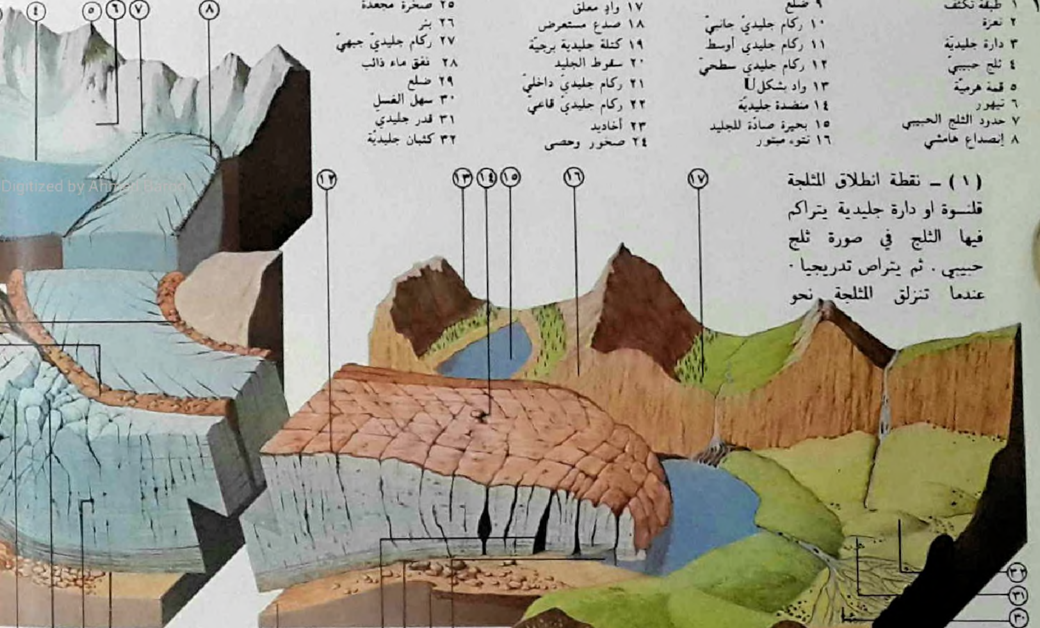
كثيرة هي المناطق التي لا تنسجم فيها مجاري المياه مع الخصائص البنيوية للأراضي التي تمر فيها · فمما يلفت النظر ويثير الاستغراب . في المورفان البلوري البدائي مثلا (في الحوض الباريسي) حيث تتجه التغضنات اجمالا من الغرب الى الشرق او من الجنوب الغربي الى الشمال الشرقي . ان المجرى الأعلى لنهر اليون ومجرى الكور يتجهان اتجاها مخالفا للتغضنات الهرسينية ويتبعان بالعكس الاتجاهات العامة لمجاري الحوض الباريسي المتجهة نحو الشمال الغربي · يعود السبب في ذلك الى ان مثل هذه الانهار قد حفرت مجاريها في زمن كان فيه هذا الجزء من المورفان ما تزال تغطيه طبقات جوراسية وطباشيرية منضدية ذات اتجاه احادي الميل مطابق لاتجاه اراضي الحوض الباريسي ·

المثلّجات

تغطي المثلجات اليوم ما يقرب من ١٠٪ من سطح الارض . وهي انهار عظيمة من الجليد تنحت في الطبيعة مناظر رائعة من قمم جبال عالية واودية وازقة بحرية وخلجان ضيقة . كالتي في شمالي غربي اوروبا .

تتكون المثلجات حيث الثلوج دائمة . اي في المناطق القطبية والجبلية. جليدها ينشأ من الثلوج التي تتراكم وتتراصّ وتذوب وتتجمد . تعطي هذه العملية اولا ثلجا حبيبيا . ثم جليدا فقاعيا . ثم جليدا متراصا . متأثرة مع مرور الزمن بحجم الامدادات التي تتلقاها (ثلوج وتياهير ثلجية) من جهة . وبتحركات المثلجة من جهة اخرى . على هذا . قد تكون المثلجة مؤلفة في العمق من

١ ١ طبقة تكثف
٢ ثغرة
٣ دارة جليديّة
٤ ثلج حبيبيّ
٥ قمة هرميّة
٦ تيهور
٧ حدود الثلج الحبيبي
٨ إنصداع هامشي
٩ ضلع
١٠ ركام جليديّ جانبيّ
١١ ركام جليدي أوسط
١٢ ركام جليدي سطحيّ
١٣ واد بشكل U
١٤ منضدة جليديّة
١٥ بحيرة صادّة للجليد
١٦ نتوء مبتور
١٧ واد معلق
١٨ صدع مستعرض
١٩ كتلة جليدية برجيّة
٢٠ سقوط الجليد
٢١ ركام جليديّ داخليّ
٢٢ ركام جليديّ قاعيّ
٢٣ أخاديد
٢٤ صخور وحصى
٢٥ صخرة محعّدة
٢٦ بئر
٢٧ ركام جليديّ جبهيّ
٢٨ نفق ماء ذائب
٢٩ ضلع
٣٠ سهل الغسل
٣١ قدر جليدي
٣٢ كثبان جليديّة



(١) ـ نقطة انطلاق المثلجة قلنسوة او دارة جليدية يتراكم فيها الثلج في صورة ثلج حبيبي . ثم يتراص تدريجيا . عندما تنزلق المثلجة نحو السافلة . تنفصل عن رأس الوادي . ويسمى التصدع العميق الفاصل بينهما نقرة . تنتقل المثلجة من العالية الى السافلة بسرعات متفاوتة . ولكن خفيفة اجمالا . تحدث السرعة القصوى على مستوى المثلجة الاوسط . اي على مستوى الثلث الأعلى تقريبا . يكون التشوه لدنا في العمق وقصيفا عند السطح (شقوق وكتل برجية) . تنحت المثلجة الجبل . فتبرز التضاريس مكونة حروفا وقمما وأودية ذات جدران شبه عمودية او ذات انحدار قوي . عندما يكون للمثلجة مثلجة رافدة . يكون الوادي الرافد معلقا فوق الوادي الرئيسي . تأتي تسعة اعشار ماء الذوبان من سطح المثلجة (المجرى الاسفل) .

جليد متأحفر يعود عهده الى ملايين السنين ·
انواع المثلجات الرئيسية ثلاثة : مثلجات الجبال او الوديان ، او المثلجات من النوع الألبي ؛ المثلجات السفحية التي تنشأ عن اندماج المثلجات الجبلية عند السفح ؛ والقلنسوات الجليدية ·

تحركات المثلجات

في عام ١٧٨٨ ، فقد الفيزيائي السويسري هوراس دي سوسور سلّما معدنيا في احدى مثلجات الألب · وبعد ٤٤ عاما ، عثر على هذا السلم على بعد ٤٣٥٠ م · في هذا الحادث برهان قاطع على تحرك المثلجة ·

الجليد كتلة بلورية جامدة قابلة للتشوه وللسيلان عندما تكون خاضعة لضغط مستمر · يتم التحرك بانزلاق الحبيبات بعضها فوق بعض · ومما يسهّل هذا الانزلاق وجود غشاء رقيق بين الحبيبات · يظهر تحرك المثلجة



يمكن تكوين فكرة عن مقدار التآكل الناجم عن المثلجة استنادا الى ارتفاع المناضد الجليدية التي لا تذوب لأنها تحتوي على حصى كبيرة متراكمة · تنشأ عن الركام القعري كثبان تكون عادة مستطيلة في اتجاه مسيرة المثلجة · اما الكثبان الجليدية الاخرى ، فتنشأ عن السيول الجارية تحت المثلجات ·

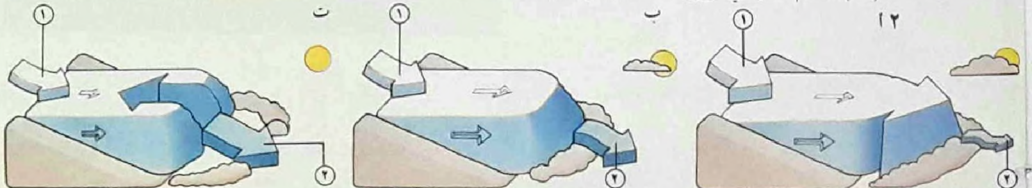
(٢) ــ تتحرك المثلجة بانتظام من العالية الى السافلة ، لكن الجبهة الجليدية ذاتها قد تتجه نحو السافلة (أ) ، او تبقى ثابتة في مكانها (ب) او تنحسر باتجاه العالية (ت) ، حسب التوازن القائم بين سرعة الذوبان (٢) وسرعة تراكم (١) الجليد ·



(٣) ــ اهم مثلجة في اوروبا هي بحر الجليد في الجبل الابيض · طولها ١٣ كلم وعرضها ٢ كلم ومعدل سماكتها ١٥٠ م · هي نتاج اندماج ثلاث مثلجات ، مثلجة تاليفر ومثلجة ليشو ومثلجة العملاق ، وجميعها مؤلفة من مثلجات رافدة · ترى في هذه الصورة بوضوح التصدعات والجرافات ، وفي الخلفية دارة مع ثلجها الحبيبي ·



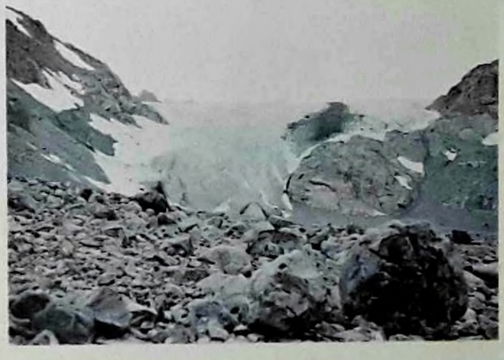
(٤) ـ تتكوّن الدهاليز الجليدية عادة اما عندما لا تكون التصدعات مغلقة الا جزئيا ، او عندما تلتف المثلجة على مستوى هوامشها حول عقبة ما ، او عندما يذوب الجليد جزئيا · يجري ماء الذوبان الآتي من سطح المثلجات على سطح التربة ، لكنه يغور في اكثر الاحيان من خلال تصدعاتها ، محدثا احيانا دهاليز في داخل المثلجة او تحتها ·



(٢) بوضوح في اعلى القمة . حيث يفصل بين ثلج المثلجة الحبيبي وبين الثلوج الدائمة شق عميق يسمى النقرة . تقاس التشوهات والتغيرات التي تطرأ على المثلجة بالمقارنة بين معالم ثابتة على الجدران الصخرية وبين معالم اخرى تغرز في المثلجة . ليس تحرك المثلجة واحدا في جميع اجزائها . بل تكون سرعتها اشد على السطح لأنه بعيد عن كل احتكاك . يؤدي هذا التفاوت في سرعة الجريان الى تكوّن تصدّعات طولية . فيما تنشأ التصدعات العرضية عن تقلبات مفاجئة في الانحدار .

يتغير جريان المثلجة تغيرا كبيرا تبعا للانحدار ، ولسماكة المثلجة وعرضها ، ولمقاومة الصخور للتأكل والنقل ، ولدرجة الحرارة ، وقد يتراوح بين بضعة سنتيمترات وعدة امتار في اليوم (٦٦ مترا في اليوم في مثلجات ألسكا) .

٥



٦



٧



(٥) ـ الركام الجليدي شكل من اشكال التراكم والترسب . الركام الجبهي الذي ترى صورته هنا ذو طابع مميز . اذ انه يتألف من جسيمات من جميع الاحجام ، من الكتل الدقيقة حتى الجلاميد . من المرجح ان يكون تركيب الرواسب الجليدية قريبا من تركيب جميع الصخور التي تمر فوقها المثلجة . لكن هذا لا يمنع ان يكون للحصى المجاورة تركيب مختلف كل الاختلاف .

---

(٦) ـ تتألف المثلجة من منطقة عميقة كثيرة اللدونة ومن طبقة سطحية جاسئة وسريعة التفتت تتراوح سماكتها بين ٣٠ و ٥٠ م في المثلجات الالبية . لذلك تحصل تصدعات حيثما تتمدد الطبقة السطحية (بفعل انحراف في الاتجاه او زيادة في السرعة) وتغضنات حيثما يحدث انضغاط . يتوقف تراصف هذه التضاريس السطحية على اتجاه الضغوط ، لكنها تبدو عادة في مجموعات متوازية . كلما ظهرت في قعر المجرى تحدبات (الى فوق) ، تنشأ عن ذلك مجموعتان من التصدعات تقطع الجليد الى موشورات هي الكتل البرجية التي لا يمكن التنبؤ بزمان انهيارها .

تقسم المثلجة الى قسمين : قسم اعلى تكون فيه درجة الحرارة منخفضة . فتحول دون ذوبان الثلوج وتساعد على تكوّن الجليد . وقسم اسفل حيث تكون درجة الحرارة اعلى . فتذيب الجليد وتخفف بذلك من حجم المثلجة · تكون المثلجة متوازنة . عندما يعوّض نوعا ما تراكم الجليد في المنطقة العليا عن الخسارة في المنطقة السفلى . وفي هذه الحالة تكون جبهة المثلجة مستقرة ·

(٧) - تتميز الشواطىء . التي استولى عليها الجليد حديثا . بالازقة البحرية . كالتي في شواطىء غربي سكتلندا والنروج وتشيلي الجنوبية وكولومبيا البريطانية وجنوبي زيلندا الجديدة وغرينلند · الازقة البحرية هي اودية جليدية قديمة جدرانها وعرة · يقع في تشيلي اعمق زقاق بحري وعمقه حوالى ١٢٨٨ م · اعمق زقاق بحري في اوروبا هو زقاق سونجه (١٢١٠ م) · الزقاق البحري الظاهر في الرسم هو زقاق هردنجر في النروج · الازقة البحرية اودية قديمة حفرتها المثلجات البليستوسينية · في تلك الحقبة . كانت المثلجات تنحدر حتى البحر الذي كان يقع مستواه دون مستواه الحالي بما يقرب من ١٨٠ م . لأن كمية كبيرة من مياهه كانت مجمدة في المثلجات العظيمة ·

(٨) - اكثر جبال اوروبا روعة جبل سرفان الذي يعود شكله الهرمي الى المثلجات ·

٨



التأكل والنقل

المثلجات عوامل تأكُل في منتهى القوة · لكن عملها يبقى محصورا مكانيا (في خطوط العرض وخطوط الطول المرتفعة) وزمانيا (فهناك عدة حقبات ليست جليدية) · ينتزع الجليد قعر المجرى ويكشطه ويجرف الصخور المنتزعة ويحكها على قعر المجرى . وهكذا تتحزّز الصخور الطرية وتصقل الصخور القاسية او تتجعد · باستمرار سقوط الثلج . تتوسع منطقة الثلوج تدريجيا حتى تشكل مدرجا او دارة جليدية . وعندما تلتقي دارتان . يتكون غضن حاد او حرف يفصل بينهما · عندما تلتقي دارات ثلاث . تنشأ في وسطها ذروة هرمية . كذروة سرفان الشهيرة على الحدود السويسرية الايطالية · تحفر المثلجات الوديان بشكل احواض مختلفة . لكن القعر يكون دائما مسطحا وواسعا ·

تنقل المثلجة الحطام الساقط على اطرافها من اعالي الجبال . وهكذا يتشكل الركام الجليدي (٥) . وهو شكل من اشكال المنقولات الجليدية : يكون ركاما جانبيا على الجوانب . وركاما متوسطا على السطح (عندما تترافد مثلجتان) . وركاما داخليا ضمن كتلة الجليد ·

التراكم والترسب

شكلا التراكم هما الركام القعري والركام الجبهي · قد تعدّل الركام القعري . وهو عادة وافر . السيول الجارية تحت المثلجة . ويكون ترسبه غير منتظم · يبرهن وجود الركام التراكمي في نوعيه في مكان ما على ان مثلجة كانت قائمة قديما في هذا المكان . ويساعد الركام الجبهي على معرفة مدى امتدادها ·

العصور الجليدية

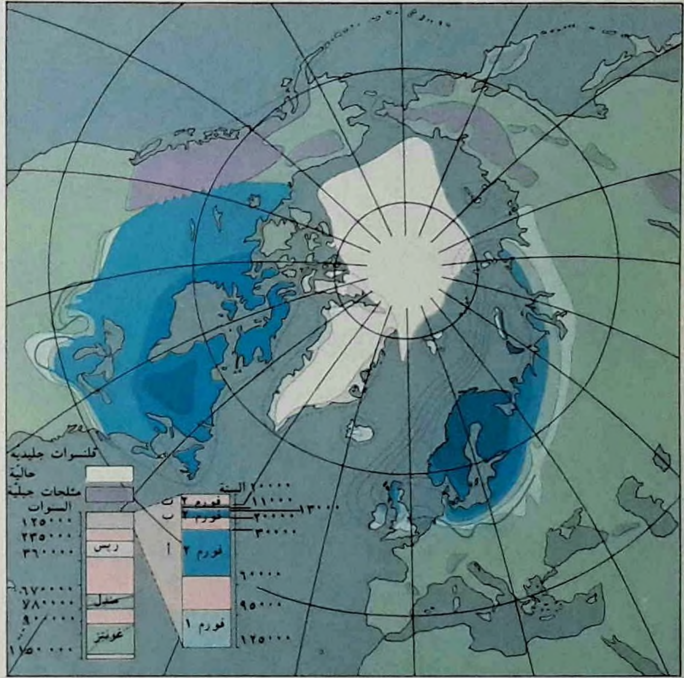
لا تمثل المثلجات القطبية الا ما يزيد قليلا على ٢٪ من مياه الكرة الارضية ٠ هذه الكمية . وان كانت ضئيلة بالمقارنة مع المحيطات (٩٧،٢٪) ، تكفي . فيما لو ذابت . لرفع مستوى البحار حوالى ٤٠ مترا ٠

تختلف المثلجات القطبية عن المثلجات الجبلية ليس بحجمها فحسب . بل ايضا بسيلانها الشعاعي في جميع الاتجاهات انطلاقا من مركزها ٠ تكوّنت القلنسوات الجليدية الكبرى . التي تدعى ايضا الاغطية الجليدية . في ذروة العصر الجليدي الرابع . (٣) ٠

القلنسوات الجليدية

غرينلند أرض شاسعة تغطيها طبقة سميكة

١



٢



(١) - يتكون العصر الجليدي الاخير وهو العصر البليتوسيني . من عدة حقبات جليدية تفصل بينها حقبات ما بين جليدية ٠ لقد عثر في اوروبا على الاثار الاولى لتقدم الجليد . وهي تعود الى مليوني سنة ونصف المليون (حقبة دوناو) ٠ ثم تليها . في النظام الاوروبي . حقبات غونز (الغونزية) والتر (المندلية) وساله (الريسية) واخيرا حقبة فتول (الفورمية) التي تمت على اربع مراحل ٠

من الجليد ما عدا المناطق الساحلية · تبلغ مساحة القلنسوة الجليدية فيها ما يقرب من ١٧٥٠٠٠٠ **كلم**٢ وتشكل ٨٠٪ من أراضيها · يبلغ معدل سماكة القلنسوة ١،٢ **كلم** (وهذا ما يمثل ٢٨٠٠٠٠٠ **كلم**٣ من الجليد) . وقد يصل في بعض الاماكن الى ٣ **كلم** ·

تبلغ مساحة الانتركتيكا ما يقرب من ١٣ مليون **كلم**٢ . وتحمل من الجليد ٩ اضعاف ما تحمله غرينلند ، أي نحوا من ٢٥ مليون **كلم**٣ · هذه الكتلة العظيمة سميكة للغاية ، وقد تبلغ سماكتها ٤ **كلم** · تتصل القلنسوة الجليدية بالبحر بواسطة المثلجات والاطواف الجليدية · ليست الجبال الجليدية سوى قطع من الطوف الجليدي انفصلت عنه منجرفة نحو خط الاستواء ·

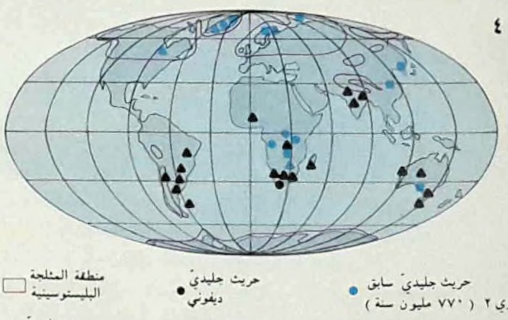
الحقبات الجليدية

تعتبر قلنسوتا غرينلند والانتركتيكا بقايا

٣



٤



(٢) - سرعة تراكم الرواسب في قيعان المحيطات بطيئة جدا . وقد يتطلب تراكم بعض الامتار من الرواسب عدة ملايين من السنين · من شأن الاحافير الدقيقة . كأحافير المنخربات مثلا . ان تنم عن الظروف المناخية التي كانت سائدة عند تكونها . مكنت دراسة هذه الاحافير من تحديد تسلسل تغيرات حرارة المحيطات عبر الزمن ·

---

(٣) - لا نعثر على الاغطية الجليدية اليوم الا في الانتركتيكا وغرينلند · في الانتركتيكا . لا يغطي الجليد (١) الاراضي (٢) فحسب . بل يغطي البحر ايضا (٣) · تغطي هذه القلنسوة (في الرسم) مساحات مختلفة المعالم . وتبلغ سماكة الجليد فيها حدا يجعل ٤٠٪ تقريبا من القارة الانتركتيكية تحت مستوى سطح البحر · اذا ارتفعت الحرارة تدريجيا . يحدث ارتفاع تدريجي للاراضي . كما جرى للاراضي البلطيكية التي يعوض ارتفاعها التدريجي الان بمقدار ١ سم في السنة عن فقدان التوازن الناجم عن ذوبان الجليد وعن الارتفاع المفاجىء لمستوى سطح البحر ·

---

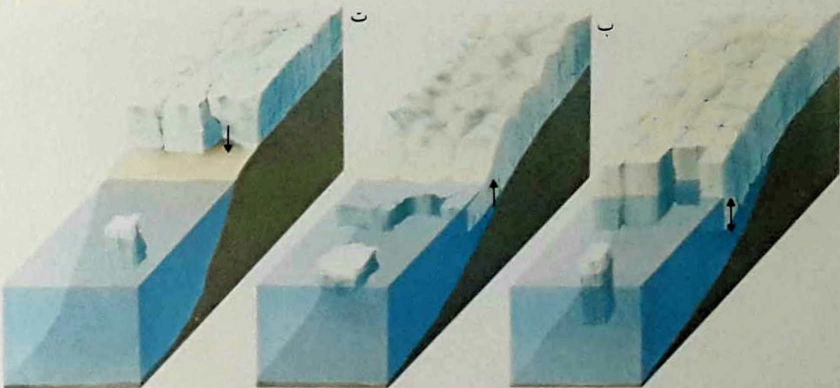
(٤) - غمرت حقبات جليدية مرارا عديدة اجزاء مختلفة من الكرة الأرضية . ومع انها لم تكن طويلة الأمد بالمقاييس الجيولوجية . فقد تركت اثارا وافرة · تبين الخريطة انتشار الحقبة الجليدية البليستوسينية الاخيرة (بين مليوني سنة و - ١٢٠٠٠ سنة) · يساعد الطُفل الجليدي (الرواسب الجليدية المتجمدة) على تحديد العصور الجليدية القديمة. ويسمح توزع هذا الطُفل على سطح الارض بمعرفة مدى انتشار الجليد في العصر ما قبل الكمبري والعصر الديفوني والعصر البرموفحمي · لكن شكل المثلجات القديمة الظاهر في الخريطة مختلف بعض الاختلاف عن شكلها الحقيقي القديم . وذلك بسبب التعديلات التي نجمت عن انجراف القارات ·

عصر جليدي انتهى في خطوط العرض المتوسطة قبل ما يقرب من ١٢٠٠٠ سنة ٠ كان الجيولوجيون الاوائل يعتقدون ان اثار هذا العصر - كنتوءات الرواسب الخشنة والكتل الصخرية المترَحلة والمصطبات النهرية والبحرية - انما هي بقايا طوفان العهد القديم . وكانوا يسمونها رواسب « طوفانية » . لإن فكرة العصور الجليدية لم تبدأ تخطر على البال الا منذ اواسط القرن التاسع عشر ٠

تعاقبت ، خلال المليوني سنة الاخيرين ، خمسة عصور جليدية (١) وخمسة عصور ما بين جليدية كان آخرها العصر الهولوسيني الحالي ٠ ما تزال تظهر في مناطق عديدة من نصف الكرة الشمالي آثار العصر الجليدي الاخير .

وضع تاريخ العصور الجليدية استنادا الى رواسب البحيرات الجبهية للمثلجات الكبرى او طبقات الترسب الحولية (وهي طبقات

٥ أ



٦



(٥) - تنشأ الجبال الجليدية بطرق مختلفة ٠ عندما تصل مثلجة الى البحر ، تعوم فيه مبتعدة عن مركزها ، فتأتي حركة المد والجزر وحركة الأمواج وتضغطان على القسم العائم منها وتتوصلان هكذا الى تقطيعها كتلاً ضخمة (أ) ٠ كذلك اذا تقدمت المثلجة بسرعة نحو البحر ، تتكون مصطبة من الجليد تحت الماء ، ثم تتقطع (ب) بفعل اندفاع الماء ٠ قد تبلغ أيضاً جبهة المثلجة حافة البر ، فتتكسر عليها وتنزلق قطعها في البحر بفعل الجاذبية (ت) ٠ تتخذ الجبال الجليدية اشكالا مختلفة في البحار الشمالية ، لكنها تتخذ شكلا منضديا خاصا في المياه الجنوبية (حيث يكون لها ايضا الحجم الاكبر) . يبلغ طول اكبر جبل جليدي معروف ما يقرب من ٣٤٠ كلم ٠

فصلية خشنة في الصيف ناعمة في الشتاء) ، والى غبار الطلع المتأحفر (معلومات مناخية) ، والى الترابات الاحفورية الناجمة عن الاحداث ما بين الجليدية ، والى المصطبات النهرية والساحلية . هناك تقنات اخرى تستعين لاكتشاف التسلسل الزمني بالنظائر المشعة وبالحلقات السنوية للاشجار .

ساعدت رواسب جليدية ، من كتل

٧



(٦) ـ خلال العصور الجليدية ، كان قسم من اوروبا الشمالية ومن شمالي امريكا مغطى بالجليد ، على غرار الانتركتيكا اليوم . تحتوي الانتركتيكا على ٩٠٪ من جليد الكرة الارضية . وهي المنطقة الوحيدة الخالية من السكان . يحمي هذه الاراضي من نهم الدول الاستعماري مناخها ومعاهدات دولية .

(٧) ـ كان مستوى البحار يقع على ١٨٠ مترا تحت مستواها الحالي خلال الحقبات الجليدية الكبرى . كانت بعض الجزر الحالية متصلة بالكتل القارية الكبرى ، كالجزر البريطانية مثلا التي كانت تشكل جزءا من القارة الاوروبية . لكن كانت توجد عبّارات بين القارات ، كالعبّارات التي كانت موجودة في مضيق بيرنغ مثلا .

صخرية محززة وحصى ملساء عثر عليها في تشكلات عريقة في القدم ، على تحديد تواريخ العصور الجليدية الاولى . وهكذا حددت ثلاثة عصور جليدية قديمة : العصر ما قبل الكمبري الاعلى ، والعصر الديفوني ، والعصر البرمي الفحمي .

اصل المثلجات

وضع العلماء ٦٠ الى ٧٠ نظرية لتفسير نشوء المثلجات الجليدية . ارتكز بعض هذه النظريات على ظاهرات ارضية صرفة ، كالنظريات التي تنسب الى موقع بعض الكتل الارضية القريبة من القطبين المقدرة على مقاومة فعل مياه البحار الرامي الى توحيد درجات الحرارة في المناطق الداخلية ، او كالنظريات التي تفترض تغيرات في تركيب الجو ناجمة عن انخفاض نسبة الانهيدريد الفحمي او عن زيادة مفرطة في الغبار العالق في الجو تجعله يقف حاجزا في وجه الاشعاعات الشمسية . اما البعض الاخر من النظريات ، فقد استند الى ظاهرات كونية ، كالفرضيات القائلة بتقلبات في الاشعاع الشمسي وتغيرات في العلاقات بين الشمس والارض . احدى تلك الفرضيات تربط العصور الجليدية بعبور النظام الشمسي من خلال الغيوم الكونية التي تشكل ذراعي مجرتنا ، وهو ما يسبب ، حسب هذه الفرضية ، حدوث عصور جليدية كل ٢٥٠ مليون سنة تدوم بضعة ملايين من السنين . جاءت براهين علمية تثبت صحة هذه الفرضية باستثناء المدة الفاصلة ، لانه اذا كانت هناك براهين على حصول التبرد ، فليس لنا علم ان عصرا جليديا قد بدأ منذ ٢٥٠ مليون سنة .

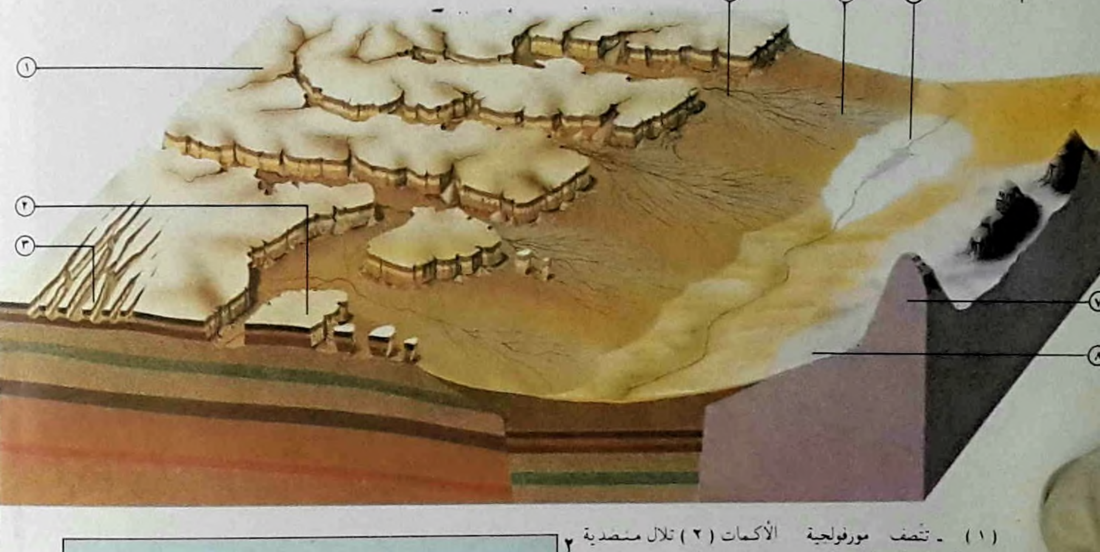
الرياح والصحارى

تتميّز الصحارى بخلوّها خلوًّا يكاد يكون تاماً من الحياة النباتيّة والحيوانيّة والبشريّة بسبب ندرة الأمطار. تقع أوسع الصحارى وأبرزها في المناطق الحارّة. حيث تبخّر الشمس (٦) الماء الذي يأتي به المطر. وهو بكميّة ضئيلة على كلّ حال. وقد يكون في أكثر الأحيان دون ١٠٠ ملم في السنة (٥).

المناظر الصحراويّة

ليست المناطق الصحراويّة مؤلّفة من رمال وحسب. فالرمال لا تشكّل في الواقع سوى ٢٠٪ من تربتها. لكن المشهد الطاغي على الصحراء هو مشهد معالم حادة وصعبة ووعرة تخترقها وديان عميقة (مجاري مياه موقّتة)

١



(١) - تتّصف مورفولجية الصحراء بانعدام يكاد يكون تامًا للتحوّلات الكيميائية. أكثر التحولات فيها ميكانيكية تنجم عن تغيّرات مفاجئة في درجات الحرارة. فالريح المحمّلة بالمواد تقرض معالم الصحراء (٣)، كاشفة الصخور الصلبة ومكوّنة في أقسامها الليّنة أخاديد موازية لاتجاه الريح. الميسات (١) هضبات منضدية وعرة الجدران. الأكمات (٢) تلال منضدية منعزلة جدرانها شبه عمودية. القمم الغربيّة (٥) هي تراكم مواد صلبة تقلّها السيول (٤) في فصل الأمطار. الأحواض الملحيّة (٥) بحيرات موقّتة تتكوّن في فصل الامطار. التل المتوحّد (٧) تضريس عمودي الجدران يبرز فوق مناطق منبسطة واسعة ذات ميل خفيف تسمى أحادير صخريّة (٨).

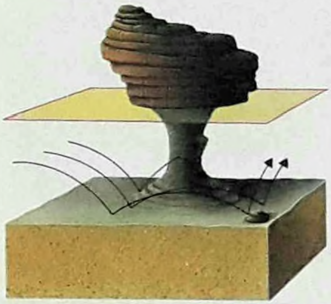
٢



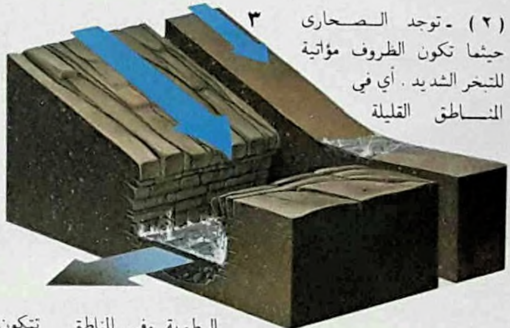
(٣) أو تنحت الرياح فيها صوراً رائعة (٤) تتميّز اشكال هذه المعالم بكثرة زواياها . اذ لانعدام الهواطل المنتظمة لا تتكوّن الأشكال المكوّرة المعروفة في المناطق المعتدلة .

تقع الصحارى الحارّة في المناطق المداريّة (أو شبه الاستوائية) (٢) التي تتميّز بضغوطها المرتفعة وكميّات أمطارها القليلة ودرجات حرارتها العالية المتفاوتة كثيراً بين الليل والنهار نتيجة لافتقار الصحارى الى الغيوم . أشهر الصحارى صحراء كلهاري والصحراء الكبرى المتماثلتان بموقعهما بالنسبة لخطّ الاستواء . تقع الصحارى المعتدلة الحرارة داخل أكبر الكتل القارّية (صحراء بحر آرال وصحراء غوبي في أوراسيا) أو في حمى الحواجز الجبليّة العالية (بتغونيا وكولورادو) . لئن كانت الصحارى الحارّة والمعتدلة هي الأكثر عدداً . فهناك أيضاً صحارى مجلّدة تقع في المناطق القطبيّة أهمّها

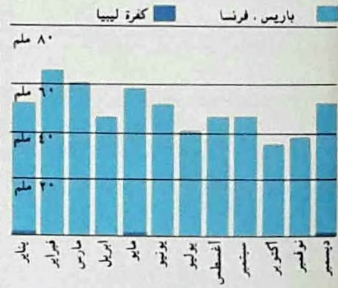
٤

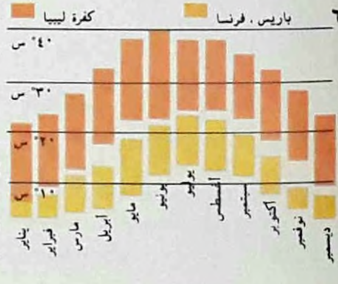


٣



(٢) - توجد الصحارى حيثما تكون الظروف مؤاتية للتبخر الشديد . أي في المناطق القليلة





الرطوبة وفي المناطق المعرّضة لإشعاع شمسي قويّ . الواقع أنه . اذا كانت كمّية الأمطار كافية في المناطق المعتدلة لتكوين غاب . فهي لا تكفي في المناطق المداريّة وشبه الاستوائيّة الاّ لظهور شجيرات وأشواك . يتصف ربع سطح الأرض تقريبا بمناخ جاف . وتغطّي الصحارى مساحات شاسعة بين خطوط العرض ١٥° و ٣٥° . مثلّث الصحارى الحارّة على هذه الخريطة باللون الأحمر والصحارى المعتدلة باللون البرتقاليّ .

(٣) - الوديان انخفاضات ذات جدران عمودية أو شبه عموديّة تجري فيها المياه بعنف خلال فترات المطر النادرة . تتكون مجاري المياه الموقتة هذه حيثما توجد انخفاضات في الهضاب القاحلة . تحفر هذه الوديان وتوسّعها سيول فائقة السرعة تحدثها هواطل نادرة لكنّها في منتهى العنف وباستطاعتها اقتلاع كتل ضخمة ونقلها .

(٤) - يتألّف هذا العمود من كتلة صخريّة ضخمة تحملها قائمة أضيق منها . خلال العاصفة الرمليّة . لا تستطيع الريح أن ترفع حبّات الرمل أكثر من متر فوق التربة . تقرض هذه الحبّات التضريس . لكن يقتصر فعل هذا القرض على المسافات القريبة من التربة . لأن الجسيمات التي ترتفع أكثر من ذلك تكون من الدقّة بحيث تعجز عن القرض .

(٥) - يختلف نظام الأمطار في المناطق الصحراويّة كمنطقة الكفرة (ليبيا) مثلا كل الاختلاف عن نظام المناطق المعتدلة كالمنطقة الباريسيّة مثلا . في الصحارى . يظلّ معدّل الارتفاع السنويّ للماء دون ١٠٠ ملم .

(٦) - تختلف درجات الحرارة اختلافا كبيرا في الصحارى الحارّة بين النهار والليل . نتيجة لعدم وجود سقف من الغيوم فيها . لكن عند خطوط العرض العليا . تكون الحرارة القصوى ادنى وتكون الفوارق بالتالي أقلّ بكثير .

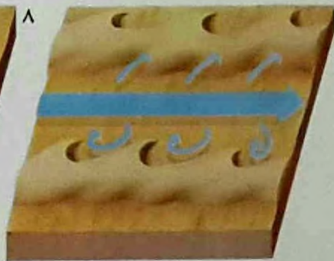
واقع في أقاصي شمالي أمريكا (الشمال الكبير) وفي غرينلند وفي أقاصي شماليّ آسيا (شمال سيبيريا) في نصف الكرة الشمالي . وفي أنتركتيكا في نصف الكرة الجنوبي .

في الصحارى الحارّة ، يعود التلف السطحيّ في الدرجة الأولى الى الفرق بين درجات الحرارة التي تتغيّر من ٥° س ليلاً الى ٤٠° س في وضح النهار . تؤدّي تغيّرات الحرارة المفاجئة هذه الى تفجّر الصخور وتناثرها ، زد على ذلك ان الندى والملّاح ، اللذان يوفّران بعض الرطوبة للنباتات في الليل ، يساعدان بدورهما على تفكك الصخور .

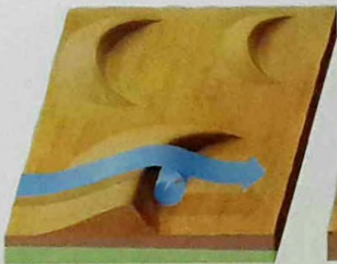
عمل الماء والريح

تكثر في الصحارى ، خلال فصل الأمطار ، السيول الجارفة التي تقطّع في طريقها التضاريس وتفتّتها وتقرضها وترسّب بعيداً المواد التي تقتلعها ثم تغور في الرمال ، أو

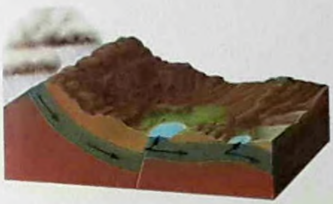
٧



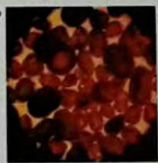
٨



٩



١٠



ب



١١



١٢



(٧) ـ تفصل بين سلاسل الكثبان الموازية لاتجاه الريح دهاليز غير رملية . قد يبلغ ارتفاع كلّ كثيب ٤٠ مترا وعرضه ٦٠٠ م وقد يمتدّ على ٤٠٠ كلم .

(٨) ـ البرخانات كثبان منعزلة هلاليّة الشكل قد تنتقل متقدمة باتجاه الريح . هذه الكثبان نادرة ، ولا توجد الا حيث يظل اتجاه الريح واحدا (تركستان) .

(٩) ـ تترسّب مياه الأمطار التي تسقط على جبال الأطلس الى الصخور النفيذة الموجودة تحت سطح أرض الصحراء الكبرى . وتتكون الواحات حيث تعود هذه المياه الى الظهور على السطح .

(١٠) ـ تتكوّر حبّات الرمل التي تنقلها الريح (أ) وتنقّطها نقط صدم عديدة تعطيها مظهرا كامدا (يقال انّها مستديرة كامدة) . أمّا حبّات الرمل التي تنقلها مياه الأنهار (ب) ، فتتعرض لاصطدامات قليلة وتكون حروفها مثلّمة ولمّاعة . فضلا عن

تصب في أحواض مغلقة · يؤدّي هذا السيل العنيف العابر الى تأكّل المواد وانتشارها سطوحاً مستوية تخترقها بعض الجداول النادرة · لا تتكوّن هذه الجداول الاّ في نهاية السيل ، عندما تكون الهواطل قد توقّفت ، وهي تساعد على نقل أدق الجسيمات الى البحيرات الموقّتة التي تتحول بعد التبخر الى سهول من الأملاح (١) ·

التأكّل الناجم عن الريح هو في أساسه كناية عن تذرية ، أي مجرّد جرف لأدقّ المواد (أغبرة وحبّات رمل وحصى في النادر) ، وترك أضخمها في مكانه · من شأن الريح التي تحمل من هذه المواد ان تقرض بها مواد اخرى ، محدثة ظاهرة الحت على مقربة من الأرض ·

الترسّب الناجم عن الريح

قد يكون للترسّب الناجم عن الريح نتائج مهمّة في حالتين على الأقل : حالة الكثبان وحالة الرواسب الطفاليّة · للكثبان المكوّنة من الرمل أشكال لا متوازية قليلة الانحدار في الجهة المعرّضة للريح وذات انحدار قويّ في الجهة المقابلة · تنقل الريح حبات الرمل على المنحدر الاوّل حتّى القمّة ، ومن هناك تسقط تحت تأثير الجاذبيّة على المنحدر الآخر · هكذا تستطيع الكثبان أن تنتقل قُدُما في اتجاه الريح وقد يتقدّم أصغرها مسافة ١٥ مترا في السنة ·

اشكال الكثبان متنوعة : فهناك كثبان منعزلة أي برخانات (٨) هلاليّة الشكل متّجه تقعّرها للريح · (هذا الشكل نادر ويوجد في المناطق التي يكون الرمل فيها غير كاف) ؛ وهناك أشرطة من الكثبان موازية لاتجاه الريح (٧) ومختلفة الانفراج (وهي تنجم عن شكل من أشكال التأكل تحدثه ريح قويّة تجري في الممرّات التي تشقها حتى الى عمق اساسات الكثبان والتي قد تبلغ في الصحراء الكبرى عدّة مئات من الكيلومترات) ؛ وقد يختلط الشكلان معا ويكوّنان مجموعات معقّدة من الكثبان تغطّي عشرات الآلاف من الكيلومترات المربّعة · اما الرواسب الطفالية فهي ناجمة عن ترسّب الأغبرة التي ترتفع عدّة آلاف من الأمتار ثم تُنقل الى مسافة مئات الكيلومترات ·

ذلك ، فيما يكون رمل الصحارى متجانسا ، تكون رمال الأنهار أكثر تنوّعا بكثير ·

---

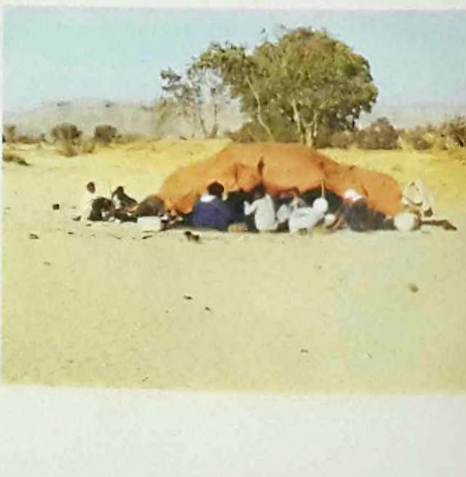
(١١)- المساحات الصخريّة أكثر بكثير في الصحارى من تراكمات الرمال · عندما تكسح الريح مواد غرينيّة ، فانها تنقّيها من أدقّ عناصرها ، بينما تبقي أضخمها (الحصى) في أماكنه · هكذا تتكوّن عروق الصحراء الكبرى ، وهي مساحات واسعة محصبة · كذلك تذرّي الريح سطوح الهضاب والميسات وتحوّلها الى حمادات ذات تربة تحتيّة متماسكة ·

---

(١٢) - في أزمنة ما قبل التاريخ ، كانت تجري في الصحراء الكبرى أنهار دائمة · ما تزال مجاري المياه القديمة هذه ترى حتى الآن ، مع أنّ أكثرها قد جفّ اليوم ، واصبحت الواحات وحدها تجعل الحياة ممكنة ·

---

(١٣) - تتميز الصحارى بمناخ مفرط الجفاف ، وتكاد تخلو من الحياة النباتية والحيوانية والبشرية بسبب ندرة الامطار .

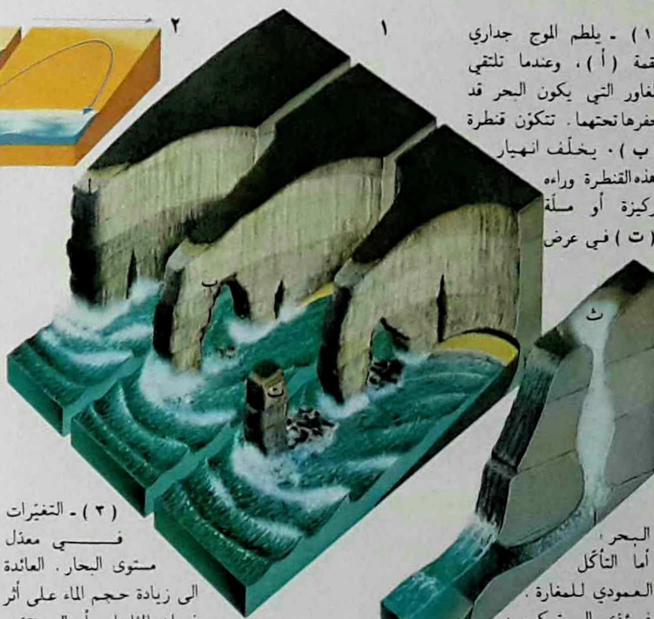

١

السَّواحِل

موقع الشواطىء الحالي منوط بالتوازن الموقت القائم بين شكل القارّات العائمة فوق المياه ومتوسّط مستوى البحار. وهو توازن كثيراً ما تغيّر عبر الازمان الجيولوجيّة. وكان تغيّره سريعاً للغاية في الآلاف الأخيرة من السنين وذلك تبعاً لانحسار مياه البحار او طغيانها الناجمين في الدرجة الأولى عن ذوبان مثلجات العصر الرابع.

غير أنّ شكل الشواطىء ما يزال عرضة للتغير. لأن العوامل الساحليّة تُدخِل باستمرار تعديلات عليه. ففعل البحر يتم بواسطة الأمواج (١) التي يتسع مجال تأثيرها وينتشر بفضل المد والجزر والتيارات الساحليّة المرتبطة اما بالمد والجزر او بالرياح السائدة.





(١) - يلطم الموج جداري القمة (أ)، وعندما تلتقي المغاور التي يكون البحر قد حفرها تحتهما. تتكوّن قنطرة (ب). يخلّف انهيار هذه القنطرة وراءه ركيزة أو مسلّة (ت) في عرض البحر. أما التأكّل العمودي للمغارة. فيؤدي الى تكوين ثغرة (ث).

(٢) - سير المواد على طول الشاطىء، هو أكثر طرق انتقال الحصى والرمال شيوعا. عندما تلطم الأمواج الساحل لطما مائلا (أ)، تنجرف المواد نحو الشاطىء باتجاه مقوّس قليلا (ب). عند الانحسار. تعود المواد نحو البحر باتجاه مُعامد للشاطىء (ت). نتيجة لذلك تتحرك المواد بشكل أسنان منشار منجرفة جانبيا على طول الشاطىء.

(٣) - التغيّرات في معدّل مستوى البحار. العائدة الى زيادة حجم الماء على أثر ذوبان المثلجات أو الى تقنّب القارّات. هي التي تقرر وضع الشاطىء وسماته الكبرى. فبعض المناطق الساحليّة (أ) قد غمرها الجليد في الحقبات الجليديّة وغطّاها بقلنسوة من جليد (ب). مع الزمن انخفض مستوى البحر فهبطت التربة تحت ثقل الجليد. عندما انتهت الحقبة الجليديّة. عاد البحر فطغى بقوة وبسرعة على الشاطىء. بينما ظل تقبّب اليابسة يتمّ تدريجيا للغاية (ت).

(٤) - الجزر والشعاب المرجانيّة لا توجد الا في البحار المداريّة الحارّة. أكثر الشعاب مدعاة للدهشة هي الجزر المرجانية المنتظمة بشكل دوائر أو أهلّة. لا يعيش المرجان الا في البحار الحارّة جدًا المغمورة بنور قويّ ولا يستطيع النمو في عمق يربو على ٤٥ مترا. لكن الشعاب كثيرا ما تتعدى هذا العمق. تقول احدى الفرضيّات لتفسير ذلك ان الشعاب تبدأ بالتكوّن على عمق قليل حول جزيرة بركانيّة (أ)، ثم يرتفع مستوى البحر. فتغوص الجزيرة تدريجيًا (ب). ازاء ذلك تكون الشعاب آخذة بالتكثّف بطبقات متتالية الى

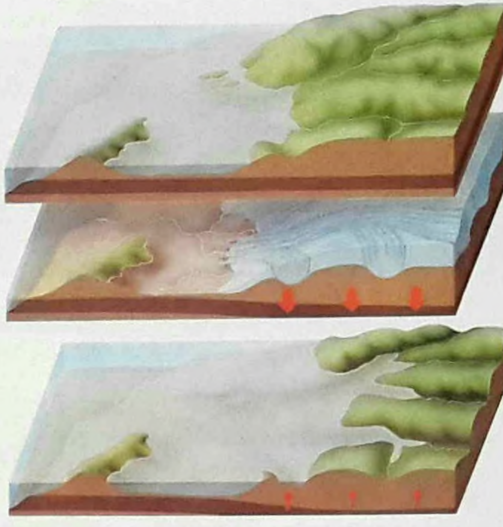
تتوقف فعّالية عمل البحر في تغيير شكل الشواطىء على طبيعة صخورها وبنيتها .

كيف تفعل العوامل الساحلية ؟

تتوقّف الطاقة الكبيرة المخزونة في الأمواج على الريح التي تؤثر في تكوين تلك الأمواج وفي انتشارها وامتدادها . فالأمواج التي تثيرها رياح عاصفة بعنف تسبب دماراً كبيراً . فموجة بالغة العنف من امواج احدى العواصف هي التي سبّبت الدمار الجسيم على سواحل بحر الشمال الهولندية والانجليزيّة في أول فبراير ١٩٥٣ . تظهر بوضوح فعّالية القوى العاملة عندما تسقط الأمواج الشاهقة على بعض التضاريس الصخريّة ، ضاغطة على الهواء الموجود في التجاويف ، فيؤدي ذلك الضغط الى توسيع هذه التجاويف والى تفجير الصخر في آخر الامر .

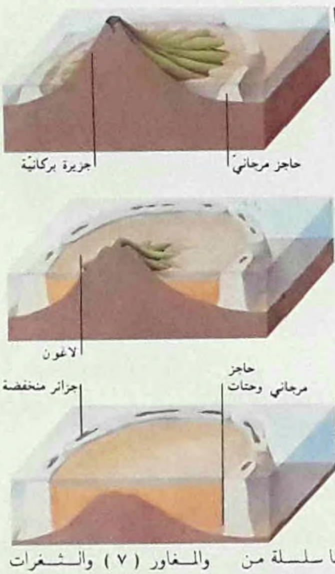
وعندما تصل الى الشاطىء أمواج محمّلة

١٣ أ



ب ، ت

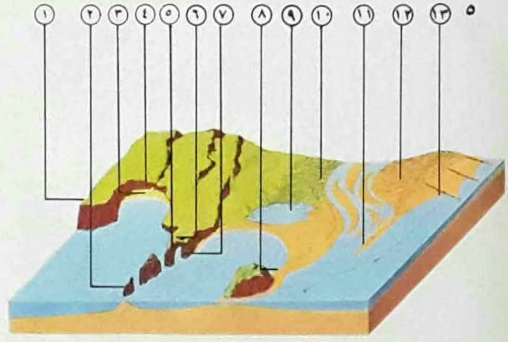
١٤ أ



ب ، ت

أن تتكوّن منها سلسلة من الجزر العميقة (ت) التي قد تكون على عمق ١٦٠٠ متر .

٥

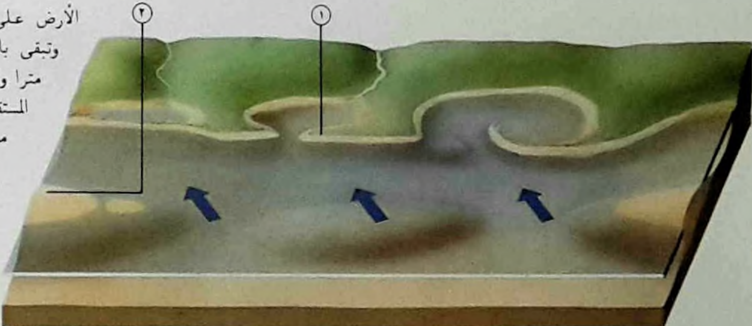


(٥) - ان تغيّر معالم الشواطىء باستمرار هو نتيجة لفعل الأمواج والتيّارات في الصخور والرواسب . من بين المظاهر المميزة للشواطىء رؤوس الصخور القاسية (١) والمسلّات (٢) والشواطىء الصخريّة (٤) والقناطر (٥) والمغاور (٧) والشغرات (٦) . من جراء تكدّس الرواسب تنشأ الشطوط (٣) والبحيرات الساحليّة (٩) والملّاحات (١٠) والسهام (١١) والألسنة الرمليّة (٨) المفردة أو المزدوجة والكثبان (١٢) . لتلافي انهيار مواد الساحل ، توضع مصدّات (١٣) يتوقف شكلها واتجاهها على القوة التي يجب التغلب عليها .

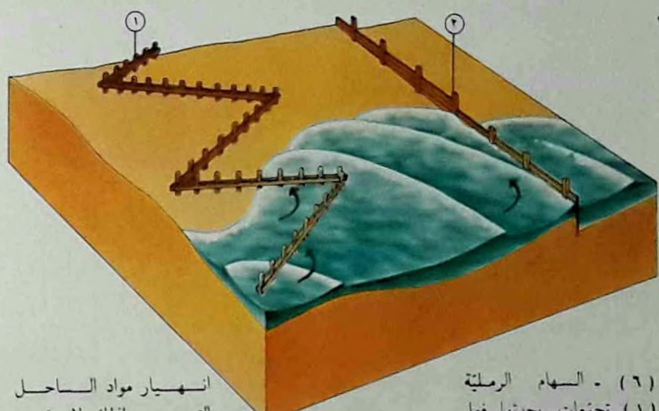
بالمواد الصلبة. فانها ترفع الرمال والحصى عاليا وتقذف بها الى التضاريس. تؤدّي عمليات القذف هذه. وهي تنحصر في قاعدة الشاطىء الصخريّة. الى حفر مغاور تحت الماء. يستمرّ التأكل في هذه المغاور الى ان ينهار السقف. فتتكوّن ثغرة ينبجس منها دفق من الزبد كلما تكسرت الأمواج بعنف على قعر المغاور (١ ـ ث).

يتوقف فعل البحر على طبيعة الصخور، فهو يحفر الخلجان في الصخور القابلة للتأكل التي كثيرا ما تكون خوارة كالصخور الصلصالية والرملية. ولا يفتك مباشرة بالقمم الناتئة المكوّنة من صخور صامدة متماسكة كالصخور الجيرية والخزفية. لكن القمم تتعرض لهجوم الأمواج على جانبيها. وقد تتلاقى المغاور الموجودة تحت الماء فتشكل قنطرة تخلّف وراءها عندما تنهار مسلّة منفصلة عن الشاطىء (٩).

٦



٧



(٦) ـ السهام الرمليّة (١) تجمّعات يحدثها فعل الأمواج والتيّارات المشترك. وهي قد تعزل مستنقعا. اما الأجراف (٢)، فهي أرصفة رمليّة تركزت قريبا من الشاطىء وبموازاته على سواحل خفيفة الانحدار.

(٧) ـ تبنى المصدّات لمنع انهيار مواد الساحل التدريجي. لذلك لا بدّ من حساب أشكالها واتجاهاتها تبعا للقوة التي يُرغب في التصدّي لها. فالمصدّات المتكسرة (١) تتألف من ركائز تغرز في الأرض على عمق مترين وتبقى بارزة فوق الأرض مترا واحدا. أمّا المصدّات المستقيمة (٢). فتتألف من روافد ثقيلة تثبّت فوق ركائز تغرز أيضا مترين في الأرض.

(٨) ـ تمثّل هذه الصورة مستنقعا ساحليًا أو لاغونا. وهو جون قديم فصله عن البحر سهم رملي. هذه الظاهرة شائعة الى حدّ ما. وهي بارزة خصوصا على ساحل اللانغدوك. بفرنسا.

(٩) ـ المسلّات والركائز تشكيلات فصلها التأكّل البحري عن اليابسة.

حركات المواد المتآكلة

كثيرا ما تلطم الأمواج الشاطىء لطما مائلا . جاعلة جسيمات الماء تسير سيرا خاصا . يتقدّم فيه كلّ عنصر بشكل أسنان المنشار (٢) معامدا للموجة ومتجها نحو الشاطىء خلال الهجوم . ومعامدا للساحل ومتجها نحو البحر خلال التراجع .

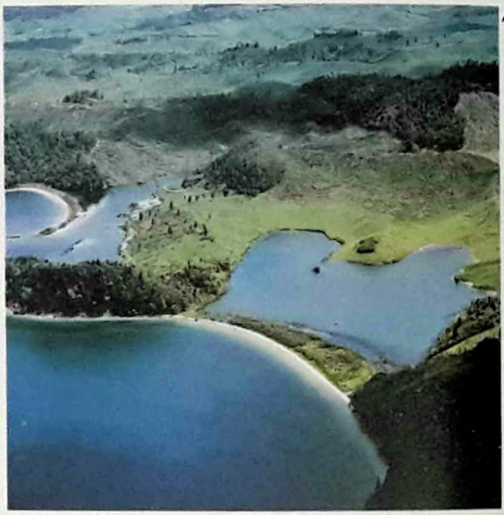
تساعد التيّارات الساحلية الناجمة عن المدّ والجزر والرياح على تحرّك هذه الجسيمات . مضيفة تأثيراتها على تأثيرات الأمواج المائلة بالنسبة الى الشاطىء . على هذا ، عندما يهمد الهيجان . تتكوّن أكداس من الرمل (٦) أو سهام ساحليّة (تدعى أيضا « أشرطة ساحليّة »).من شأن هذه السهام ان تسدّ مستنقعا أو تصل جزيرة باليابسة أو تصل بين جزيرتين (في الحالتين الأخيرتين تشكل السهام « لسانا رمليا ») .

ميزات الساحل الأخرى

في آخر الحقبات الجليديّة البليستوسينيّة . أدّى ذوبان الجليد الى ارتفاع البحار وبالتالي الى غمر بعض المناطق الساحليّة (٣) ، فدخلت المياه بعيدا في الاودية المنخفضة . كالاودية النهرية والاودية الجليديّة (أو الأزقّة البحريّة). لكن بعض المناطق الساحليّة الأخرى مالت بالعكس الى الارتفاع نتيجة لتحركات ارضية . يُمكن التعرّف الى هذه المناطق . اذا كان ارتفاعها حديثا . من تجمّع الرواسب في اجزائها المنخفضة . أو اذا كان ارتفاعها قديما . من شواطئها المرفوعة وتراكب مصطباتها النهريّة .

تتكوّن السواحل الخاصة التي تشكّلها الشعاب المرجانيّة في البحار المدارية . يعيش المرجان في البحار الحارّة على عمق لا يتجاوز ٦٠ ـ ٩٠ مترا . تقع الشعاب المهدّبة في المياه الضحلة على مقربة من الشاطىء وتقع الشعاب الحاجزة أبعد منها . يُعتقد ان الشعاب الحاجزة لها أسّ تحتي غير مرجانيّ . أو أنها تكوّنت تدريجيّا بشكل مواز لعمق البحر المتزايد . أكثر البنيات غرابة هي الجزر المرجانيّة (٤) التي تتكوّن من مرجان حتى في عمق يبلغ ١٦٠٠ متر .

٨



٩



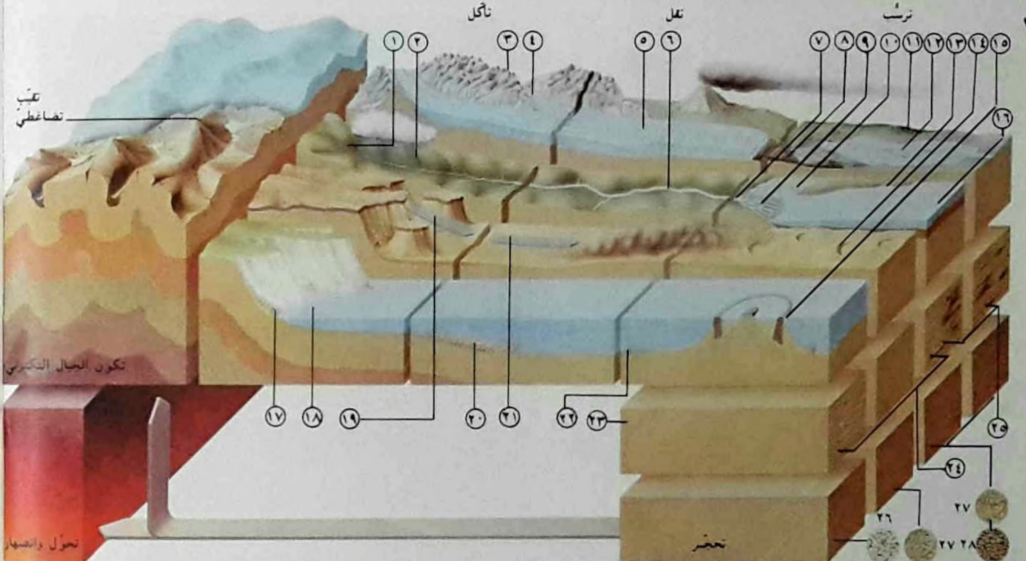
الصخور شواهد على الماضي الجيولوجي

قد يصح اعتبار الصخور كناية عن شواهد مجزّأة وأحيانا ناقصة على تاريخ سيّارنا . اصبح من الممكن اليوم رسم خطوط هذا التاريخ . وان بقليل من الدقة أحيانا . ابتداءً من عهد يعود الى ٣,٥ مليارات سنة تقريبا . يتوافق هذا التاريخ مع عمر أقدم الصخور المعروفة حتّى اليوم . فيما يقدّر عمر الأرض بـ ٤,٥ مليارات سنة .

مبدأ التماثليّة

انّ ما انقذ علم الجيولوجيا من بحوثه العقيمة القائمة على نصوص التوارة (التي كانت تعتبر حتى ذلك الحين مالكة لمفتاح الماضي) هو مذهب التماثليّة الذي جاء به

١

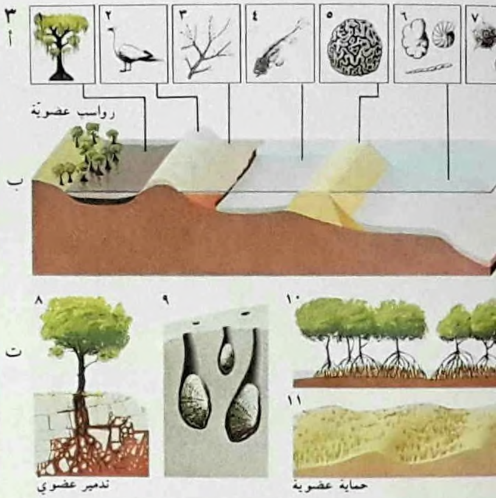


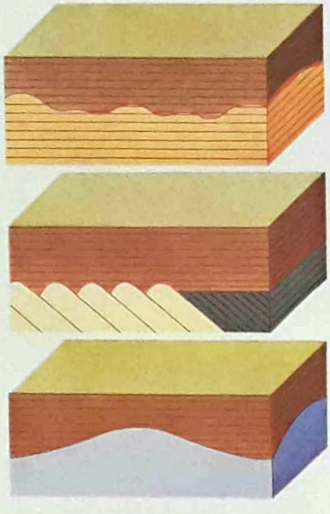
(١) ـ تبـدأ دورة تطوّريّة عندما تبرز صخور رسوبيّة أو تحوّليّة أو ناريّة على سطح الأرض في مرحلة من مراحل تاريخها . وذلك امّا عند تكوّن سلسلة جبال أو حدوث تغضّن أو تقصّف . أو عند تقبّب أراض بفعل التضاغط . إبتداء من تلك اللحظة . تتعرّض هذه الصخور لعوامل التشويه الكيميائيّة والميكانيكيّة المختلفة . التي ما تلبث أن تتآكلها وتنقل حطامها وترميه في مواقع جديدة ليترسّب فيها . تحمل تلك الرواسب معها من الخصائص ما يوفّر معلومات عن بيئة مواطنها الاصلية . كذلك تكتسب من الصفات ما يكشف عن موطن الترسّب الجديد (صحراء أو مستنقع أو قاع بحيرة أو شاطىء بحري) . هكذا يدلّ الصلصال الأسود مثلا . الناشىء عن وحول وأطيان دقيقة . على مناخ رطب وحارّ ونوع من الترسّب لا اضطراب فيه . بعد أن تركد الرواسب الخوارة . تتوطّد وتتحوّل الى صخور (تحجر) . ثم تتعرّض هذه الصخور لعوامل مختلفة من الضغط والحرارة . فتصبح إمّا صخورا تحوّليّة أو تنصهر وتغدو ناريّة . عوامل التأكّل هي . الأنهار (١) . المطر (٢) . الجمد (٣) . المثلجات (٤) . الريح (١٩) . الأمواج (٢٠) . آثار الجاذبيّة (١٧) . يقوم بعملية النقل . المثلجات (٥) . الأنهار (٦) . الريح (٢١) . التيّارات البحريّة (٢٠) . تتجمّع الرواسب بفعل تباطؤ الريح (١١) وذوبان الثلج

الجيولوجي الاسكتلندي جيمس هتّن (١٧٢٦ - ١٧٩٧) . فكتابه « نظريّة الأرض » ، المنشور عام ١٧٨٥ ، يفسّر ماضي الأرض الجيولوجي بردّ احداثه الى عوامل شبيهة بالعوامل الفاعلة أمام أعيننا اليوم . تقوم التماثليّة على الاعتقاد بان انماط التأكّل والنقل والترسب كانت دائما على ما هي عليه اليوم ، تحدثها الاسباب ذاتها . وتخلّف الآثار ذاتها ؛ ولما كان من السهل مشاهدة هذه الآثار الآن ماثلة بوضوح في الصخور التي قد ترسبّت قبل عدّة ملايين من السنين ، أصبح بالامكان تفسير الاحداث الماضية في ضوء ما هو معروف عن الظاهرات الحاضرة ، أو ، كما يقول هتّن ، بناء على ان « الحاضر هو مفتاح الماضي » .

التراصف والترابط

من المبادىء الواضحة والأساسيّة في علم





(٨) ؛ في الأنهار (٧) ، الدلتاوات (٩) ، البحيرات الساحليّة (١٠) ، البحيرات (١٢) ، الصحارى (١٤) ، الشعاب المرجانيّة (١٥) ، البحار الضحلة والعميقة (١٦ ، ٢٢) ، وعلى الشواطىء (١٣) . قد تنضم الى العناصر المترسبة محارات (٢٤) ونباتات (٢٥) وبقايا اجسام عضويّة أخرى (٢٣) . يتمّ التحجّر عن طريق التراصّ (٢٨) والتملّط (٢٧) واعادة التبلّر (٢٦) .

---

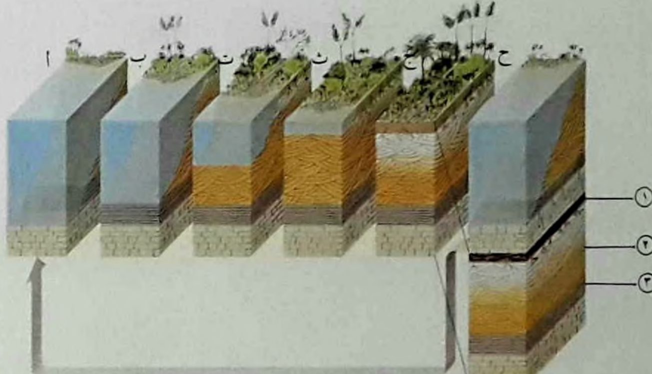
(٢) - تتكوّن بعض الصخور من تراكم بقايا نباتيّة (١) كالفحم ، أو جثث طيور (٢) وبقاياها كالفوسفات . في البيئات البحريّة ، تشكل الأشنات البحريّة (٣) رواسب جيريّة وتشكّل هياكل الأسماك (٤) رواسب فوسفاتيّة . يخلّف المرجان (٥) وعظام المنخربات الدقيقة (٦) رواسب جيريّة . بينما تخلّف الشعات (٧) ذات العظام الصوّانية رواسب صوّانية . بمقابل ذلك ، تسهل جذور الأشجار (٨) والمحار المطمورة (٩) تأكل الأراضي . لكن الشورى (١٠) وأعشاب الرمال (١١) توطّد الأراضي الخوّارة وتمنعها من الانهيار .

(٣) - يحدث التنافر بين الطبقات ، عادة عندما يتوقّف الترسب ليحلّ التأكل محلّه . يكون التنافر بسيطا (أ) عندما تكون الطبقات العليا ملقاة على سطح الطبقات السفلى المتأكل . وفي هذه الحالة يظل التوازي بين الطبقات محفوظا وتسلسلها متواصلا ، ويكون التنافر زاويًا (ب) عندما تكون الطبقات السفلى مائلة جدًا بالنسبة الى الطبقات العليا . وهو ما يحدث عندما تكون الطبقات السفلى قد مالت فقط أو تغضّنت وتأكلت قبل أن تترسّب فوقها الطبقات الحديثة العهد . هناك أخيرا تنافرات بين كتل ناريّة واسترسابيّة .

الطبقات مبدأ التراصف الذي يمكن التعبير عنه بهذا القول ؛ اذا كان نسق الترسّب طبيعيا ، أي اذا لم تكن قد أخلّت به حركات سطحيّة . تكون كلّ طبقة اقدم من التي فوقها واحدث من التي تحتها . لا يطبّق هذا المبدأ على الأعمار النسبيّة للطبقات المختلفة فحسب ، بل على كل ما في الطبقة الواحدة من مواد وأحافير . فالعناصر الموجودة في القاعدة قد ترسّبت قبل العناصر الموجودة فوقها . يعتبر مبدأ التراصف اساسا في تتبّع التعاقب النسبيّ للمستويات المختلفة في السلاسل الرسوبيّة . ويشكّل الشرط الأول لوضع أيّة خريطة للأراضي .

لا تتخذ الصخور الناريّة (وهي التي تتجمد انطلاقا من سائل) مواقعها في صفوف منتظمة من الطبقات . كما تفعل الصخور الرسوبية . بل تنساب في ما بين الأراضي الموجودة سابقا . فتكون اذن هذه الصخور

٤



(٤) - تتراكم رواسب الدلتا بترتيب دقيق يتكرّر الى ما لانهاية له اذا كانت منطقة الترسّب تغوص تدريجيا . عندما تكون الدلتا بعيدة عن البحر (أ) ، فأنها لا تلقي بأي عنصر فيه . بل تتراكم في قاعه رواسب كلسيّة . فيما تكون الدلتا تتقدم ، تكون هناك مواد تترسب . كالاوحال (٣) في (ب) والرمال (٢) في (ت) ورواسب موضعية في (ث) . هكذا تنمو في الدلتا (ج) نباتات تعطي فحما (١) . ثم تغوص المنطقة محددا (ح) وتتكرّر الدورة . لا يتمّ تكوّن الدلتاوات الّا في المياه الهادئة (فالمياه المضطربة تصرّف الرواسب) . لذلك توجد الدلتاوات الكبرى في البحار المغلقة أو شبه المغلقة (البحر المتوسّط والبحر القزوينيّ) .

---

(٥) - تكوّنت جزر برمتها من أجهزة عضويّة حيّة من امثال المرجان والأشنات . تبنى شعاب الجزيرة المرجانيّة على القسم الأعلى من تشكل قائم تحت الماء قد يكون جزيرة بركانية قديمة مثلا . تلعب علاقات التعايش بين بعض الأشنات والمدائخ الشعبيّة دورا حاسما في تكوّن بعض الجزر المرجانية . فالمرجان وحده سريع العطب ولا يقوى بالتالي على بناء شعب بدون مساعدة بعض الأشنة الكلسيّة . تعيش المدائخ الشعبيّة في أعماق تبلغ ٤٥ مترا أو دونها وفي حرارة تبلغ ٢٠ س وما فوق . لهذا السبب . يمكن تحديد ظروف الترسّب استنادا الى وجود تشكلات شعبية في سلسلة التعاقب الترسبي .

---

(٦) - يحتوي شعب كولورادو الكبير على قسم ضخم من تاريخ الأرض الجيولوجيّ . فنهر كولوراد و السريع ، الحامل مواد صلبة تقدّر بـ ٥٠٠٠٠٠ طنّ يوميًا ، قد حفر في الهضبة المحيطة به مضيقا عمقه ١٩٠٠ م . وما يزال تأكّل الهضبة مستمرا بلا انقطاع منذ العصر الجليدي الثالث . كذلك كان من تأثير التقبّب التدريجيّ الدائم للاراضي هنا أن حفر النهر شعباً عميقاً للحفاظ على جانبيّه المتوازنة . يبرز جليّا للعيان ، في جدران الشعب ، تعاقب الطبقات الرسوبيّة المختلفة ، المؤلّفة خصوصا من الحجر الكلسي البحريّ والطين الصفحيّ المترسّب في الماء الصافي والصلصال الرمليّ الذي رسّبته الريح . اما أراضي العصر القديم فيه ، فهي ترتكز على قاعدة سابقة للعصر الكمبريّ . مؤلفة من صخور بلوتونيّة وتحوّلية كان غرانيتها وشستها جذور جبال قديمة تأكّلت قممها قبل مئات ملايين السنين .

قدّر عمر صخور العصر القديم ، استنادا الى حسابات التأريخ الراديومترية ، بمدة تتراوح بين ١٦٠٠ و ١٨٠٠

الدخيلة (الاسترسابية) . كالغرانيت والصخور الجوفيّة القاعديّة والصخور البركانيّة البلّوريّة ، أحدث عهدا من الأراضي التي تخترقها وأقدم عهدا من الأراضي التي تغطّيها . اما الصخور الانبجاسيّة ، كالبازلت والسبج والريوليت ، فهي دائما ، كالصخور الرسوبية ، أحدث عهداً من الصخور التي تحتها .

لا تمكّن دراسة أيّ موقع لوحده من ملاحظة

٥



٦



مليون سنة . تعادل ملاحظة الشّعب ، حتى لو كانت سريعة ، تصفّحا كاملا للأزمنة الجيولوجية ، اذ تكون العصور المتعاقبة قد تركت آثارها على الهضبة ، من اغتمار وتقبّب وتأكّل وترسّب وتغضّن وتقصّف ، كما تكون قد تدرّجت فيها الحياة الاحفورية من الأشنات البدائية وثلاثيات الفصوص الى الجمال والخيول الحديثة .

التعاقب التراصفيّ الكامل (فهذا ما يقتضي سماكة تبلغ عدّة مئات من الكيلومترات) . لذلك لا بد من دراسة مواقع عديدة مختلفة ومقابلتها ، وهو ما يتطلب بدوره القيام بتحقيق جيولوجي حقيقي لاكتشاف العلاقات بين المعلومات الجزئيّة المبعثرة والتأليف بينها .

اقرب الطرائق الى العقل هو تعقّب مستويات الطبقات الى أبعد ما يمكن . هذه الطريقة مثلى . لكنّها لا تطبّق الّا على المساحات الضيقة . لأن التأكّل أو التشوّه كثيرا ما يكونان قد أزالا النتوءات (٣) أو منعا ظهورها . هناك طريقة أخرى تقوم على محاولة اكتشاف الصفات المميّزة الخاصّة بمستوى ما وعلى المقارنة بين جميع المستويات المتشابهة .

الأحافير ، مسجّلات زمنيـة

الأحافير مفيدة جداً لمعرفة ترابط الطبقات الرسوبيّة ، وكثيرا ما تصلح لتحديد مستوى دقيق (٦) . أكثر الأحافير نفعا ، من هذه الناحية ، أنها أحافير جيّدة أو تعريفيّة ، هي احافير الكائنات التي انتشرت انتشارا جغرافيا واسعا وكانت فترة وجودها امّا قصيرة ومميّزة بالتالي لحقبة جيولوجيّة معيّنة أو طويلة وغنيّة بالتغيّرات .

في أوائل القرن الثامن عشر ، لوحظ أنّ الأحافير تختلف باختلاف الطبقات ، وأنها بالتالي تصلح أساسا لتصنيف زمنيّ . بناء على هذه الملاحظة ، قام الفرنسيّ الكسندر برونيار (١٧٧٠ - ١٨٤٧) ببحوثه الجيولوجية بالتعاون مع جورج كوفييه . وهكذا نشأ علم الاحاثة التراصفي .

عِلم الطبقات الجيُولوجي

صخور سطح الارض في تحول مستمر. فالجبال تتأكل من جراء المطر والجليد والريح. وتنقل الانهار والمثلجات وحتى البحار أحيانا الحطام المتكون لترسبه في الوديان النهرية والدلتاوات وقيعان البحار.

بعد ان تتراكم الرواسب، تنضغط وتخضع لتطورات مختلفة تحوّلها الى صخور رسوبية. ثم تمرّ هذه الصخور بدورها في دورة تطورية جديدة. من اهداف الجيولوجي ان يحدد تعاقب هذه الترسبات وهذه التحولات في مناطق معيّنة.

مفهوم السيماء

تعرف السيماء بانها مجموعة الخصائص

١



٢



٣



(١)- وجدت الغونياتات (وهي من الامونيات ذوات المحار الاملس) في الطبقة الجيرية. ظهرت الامونيات. وهي من رأسيات الارجل ذوات المحارة المتعرجة الملتفة. في العصر الاول وازدهرت في العصر الثاني. جميع هذه الحيوانات غزت البحار وتعرضت لتغيرات جعلت منها احافير ممتازة. يمثّل الرسم هنا **غونياتة** يتميز بها العصر الفحمي الاعلى.

---

(٢) - بإمكان بنية الطبقات ان تطلعنا ايضا على ما يكون قد حدث مباشرة بعد الترسب. فاذا كانت مصطبة صلصالية وناعمة جدا واقعة بين مصطبات من الصلصال الرملي. فانها تكشف طبعاً عن ان انغمارا موقتاً قد حصل. لكنها تدلي ايضا بما تحمله من آثار زحافات وآثار قطرات مطر. بمعلومات اضافية عن مناخ المنطقة عند حدوث الترسب وعن حيواناتها.

---

(٣) - اذا كانت اراضي المنطقة رسوبية. فمن الممكن مشاهدة تعاقب الطبقات الصخرية فيها وكتابة تاريخها الجيولوجي استنادا الى ذلك. يتم القسم الاكبر من مراقبة هذه المعالم على رقعة ضيقة. لكنه من الممكن. مع ذلك. اعتبار القطاع المراقب ككلّ. فاذا كان القطاع لم يطرا عليه اي حادث مشوّه كبير. يمكن تطبيق مبدأ التراكب عليه. فتعتبر الطبقة السفلى اقدم من غيرها. ثم اذا لم يكن هناك اي تناقض بين الطبقات. فمن المنطقي الاستنتاج ان جميع الطبقات قد ترسبت على التوالي دون توقف في الترسب. تظهر بوضوح (في الرسم) ثلاثة اقسام كبرى تمثّل بيئات مختلفة ثلاث، في الاسفل. طبقة جيرية ضخمة. لا تعرف سماكتها لان قاعدتها ما تزال مطمورة. وتدل هذه الطبقة على مدة طويلة من الترسب البحري؛ في الوسط. ترسب دلتاوي

الرسوبية والحياتية التي تتصف بها طبقة من التربة او صخرة معيّنة . اهم هذه الخصائص : نوع الجسيمات المعدنية والجسيمات العضوية الاحفورية وشكلها وحجمها ، وطبيعة البنيات الرسوبية والاحافير ، ونوع العلاقات مع الطبقات الاخرى ، واخيرا اللون والرائحة ، وبكلمة واحدة ، كل ما يمكن ان تتصف به الصخرة او الطبقة .

بامكاننا ان نعرف ، بتفحص التركيب المعدني لصخرة رسوبية ما ، اذا كانت قد تكوّنت من ترسّب املاح مذابة أو من تراكم حطام . نستطيع ، في الحالة الثانية ، ان نعرف ايضا طبيعة الاراضي الاصلية ، فوجود حبوب من البجادي مثلا فيها يعني ان الصخر الأصلي كان تحوّليا . كما يدل وجود حبوب الزبرجد الزيتوني على ان الصخر كان ناريا . كذلك يمكن لشكل العناصر وحجمها ان تطلعنا على مدة النقل ونوعه : فالشظايا

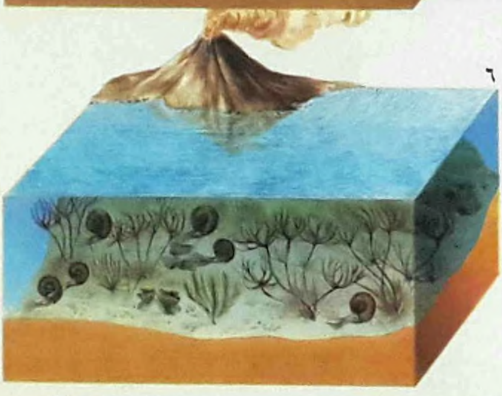
٤



٥



٦



تشهد عليه طبقات الصلصال والصلصال الرملي والفحم المتعاقبة تعاقبا معقدا . في القمة ، طبقة سميكة من الصلصال الرملي المنضّد تنضيدا متقاطعا . وتكشف هذه الطبقة عن ترسّب صحراوي .

(٤) - ظهرت المنطقة الصحراوية الى الوجود عندما توقف انخساف الدلتا واصبحت الرواسب المتراكمة فيها فوق مستوى البحر . نجمت العواصف عن انغمارات محلية واجتاحت المنطقة بعض الزحافات . لقد تأكّل البركان ولم يبق منه سوى مدخنته الاحفورية .

(٥) - تتميّز الرواسب الدلتاوية بهذا التعاقب المتكرر لطبقات الصلصال والصلصال الرملي والفحم . وهو يشهد على طغيان الدلتا على البحر . التكرار هو نتيجة لانخساف الدلتا وبالتالي لتأرجح وضعها الذي هو على التوالي طاغياً تارة ومنحسراً طوراً ، بحيث تنشأ عن كل انقلاب في الاتجاه طبقة جديدة .

(٦) - تدل جميع المعلومات حول المصطبة الجيرية الواقعة في قاعدة هذا القطاع على ان الترسب قد حصل هنا خلال العصر الفحمي الاعلى في مياه ضحلة غنيّة باشباه الزنابق وبالغونياتات . من شأن احافير اشباه الزنابق ، وهي ما يدعى « احافير ذات سيماء » ، ان تعطي معلومات عن ظروف الترسب . اما الغونياتات ، فهي تفيدنا عن وقت حصوله . يدل وجود بعض الرماد البركاني في المصطبة على ان بركانا قريبا كان ناشطا في تلك المدة .

المزوّاة لم تنقل بعيدا ولم يطل نقلها بقدر ما طال نقل الشظايا المكوّرة .

تعطي الخصائص الرسوبية معلومات ايضا عن ظروف الترسب والتحجر . فالسطوح الطبقية المترقرقة (١١) (الشبيهة بتموجات رمال الشواطىء المغطاة بطبقة رقيقة من الماء) . وآثار قطرات المطر (٢) . والتصدعات الوحلية (شقوق انحسار في الاغوار الوحلية البارزة حديثا) . كل هذه هي شواهد على ظروف الترسّب السائدة عند الحد الفاصل بين الطفو والانغمار .

ترابط المعلومات

بعد ان يكون الجيولوجي قد حلّل الخاصيات العديدة للتشكلات الرسوبية . يبقى عليه ان يجمعها معا للحصول على كلّ متماسك . بعض المعلومات معقّدة يصعب تفسيرها . وبعضها الاخر يفسّر على الفور .

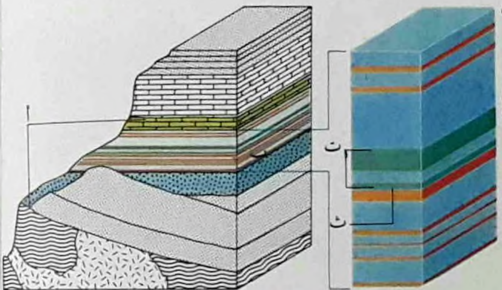
٧



٨



٩



١٠



١١



١٢



١٣



(٧) - اكثر الاشكال الاحفورية شيوعا في الرواسب الفحمية هو شكل أرومات الاشجار . الارومات والجذور الغائصة في الرمل لا تندثر . بينما تتلاشى الاقسام الموجودة فوق التربة .

(٨) - تشهد طبقات الفحم الواقعة فوق بعض مستويات الصلصال الرملي على وجود غير منتظم لمستنقعات مكسوّة بالغابات تحت البحر . كما تدل على عدم ثبات الخط الفاصل بين البحر والبر .

(٩) - يمكن اعتبار الصخور كوحدات طبقية في داخل مجموعة . نرى . في مقطع لشعب كولورادو الكبير . مجموعة تونتو (أ) الافقية . وهي مختلفة عن الاراضي السابقة للحقبات الكمبرية . تتألف هذه المجموعة من سلاسل رئيسية ثلاث : السلسلة السفلى (ب) . وهي مكونة في الدرجة الاولى من صلصال . ويمكن تمييزها بسهولة عن السلسلتين . الجيرية فوقها . والصلصالية . تقسم كل طبقة الى مستويات كالمستوى الدولوميتي (ت) الذي يتميز بصفات صخرية خاصة عن المستويين الاسفل والاعلى. تتراوح سماكة كل مصطبة بين بضعة مليمترات وعدة امتار . وقد تحتوي بعض المصطبات على بنيات أدق من ذلك .

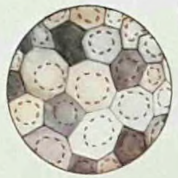
(١٠) - يتكون المستوى الصلصالي . أي المستوى الاسفل لطبقة الترسب الثانية . من وحول صلصالية قديمة

فتعاقب الرواسب الطينية والصلصالية الرملية (٣) هو تعاقب نموذجيّ لترسّب بحري صرف شوشته تدريجيا رواسب نهرية ناجمة عن طغيان منطقة دلتاوية على البحر · كذلك تتميز صخور الحقبات الجليدية بالسطوح المحززة أو المحفورة التي خلّفتها المثلجة في كل مكان تقدمت فيه محمّلة بالكتل الضخمة · من آثار الحقبات الجليدية ايضا الانتشار الواسع النطاق للصلصال الكتلوي

١٤



١٥



قليلة الجير او خالية منه . وهي تشهد بذلك على قرب مصب نهر منها ·

(١١) - تقع فوق المستوى الصلصالي مصطبة من الصلصال الرملي ترسبت تدريجيا بموازاة تقدم مصب النهر نحو البحر · السطوح المترقرقة . اي التي فيها آثار أمواج كرمال الشواطىء التي تغطيها طبقة رقيقة من الماء، تنمّ عن ترسّب ساحلي ·

(١٢) - التنضيد المتقاطع برهان على ترسّب صحراوي · يحدث هذا النوع من الترسب عندما تتراكب الكثبان فتزول قممها وتبقى التنضيدات على السفوح المعرضة للريح · اللون الاحمر ناجم عن اكسيد الحديد في ظروف جفاف مفرط ·

(١٣) - الجير . المكوّن من تراكم قشور اجسام عضوية جيرية ومحاراتها وهياكلها العظمية . يجب ان يكون اذن قد ترسّب ببطء كلي · بدل تحطم الاحافير الموجودة فيه على ان تيارات مستمرة حالت دون ترسبها في مواطنها الاصلية ·

(١٤) - أكثر هذه البقايا هي بقايا شوكيات الجلد المسماة ايضا زنابق البحر . لانها تتألف من كأس لها ذراع مثبتة في الارض بواسطة ساق . وهي تشير الى بيئة ماؤها قليل العمق وغنيّ بمواد غذائية تعوم فيه ·

(١٥) - ينشأ الصلصال الرملي عندما تقوم كل حبة رمل مقام قطب جذب · فتعطي بلورة صغيرة · الحبات الكروية الحمراء اللون ذات الحجم الواحد هي من أصل صحراوي ·

القديم المؤلّف من صخور تشبه الصخور التي ترسّبها اليوم المثلجات والقلنسوات الجليدية ·

الباليوغرافيا هي فرع من الجيولوجيا التاريخية يعنى بكيفية توزع القارات والمحيطات قديماً · بوسع الجيولوجي ان يرسم . انطلاقا من جميع المعلومات التي يكون قد حصل عليها من دراسة التشكلات الرسوبية . خرائط باليوغرافية لكل عصر جيولوجي · لكن هذه الخرائط تكون في معظمها افتراضية ·

منفعة الاحافير

تساعد احافير الحيوانات على التعرف بدقة الى طبيعة البيئة التي كانت تعيش فيها تلك الحيوانات . وخصوصا الى ظروف نشوء الطبقات والصخور (٧،١٤) · فذو المصراعين الحالي مثلا . المدعو سكروبيكولا ريا . يعيش غارقا في الاوحال الفقيرة بالاكسجين ؛ لذلك عندما نعثر على احافيره في داخل صلصال . نستنتج من ذلك ان الترسّب قد حصل في بيئة . ينقصها الاكسجين . اذ ان الحيوانات من هذا النوع هي شديدة التأثر بالبيئة . فعندما تزول آثارها من تربة رسوبية . يصبح منطقيا التفكير بأن الظروف قد تبدلت فجأة في هذه التربة ·

الحالة التي تكون عليها الاحافير مهمة ايضاً · فعندما تكون الاحافير مجزّأة او ناقصة . يصعب الاستنتاج الصريح . لان تلك الحالة تعني عادة ان البقايا العضوية بعد ترسبها قد جرفتها تيارات ونقلتها الى بيئة مختلفة كل الاختلاف · وبالعكس . عندما تكون الاحافير قد بقيت في بيئتها . تصبح المعلومات اكيدة الدلالة ·

رسم خرائط الأراضي

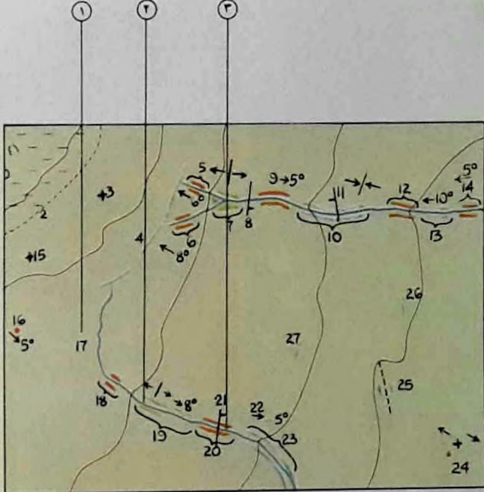
ليست بنية التشكلات الجيولوجية واضحة للوهلة الاولى . ولا سيما عندما تكون مغمورة بتربات حديثة العهد او مخفيّة تحت النباتات . الخريطة الجيولوجية هي من انجح الوسائل لابراز الترابط بين الصخور ولتوفير المعلومات الضرورية لفهم التاريخ الجيولوجي للمناطق .

تعريف الخرائط الجيولوجية

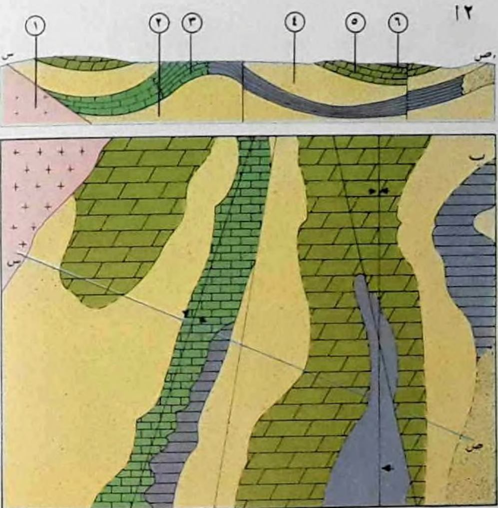
تغفل الخريطة الجيولوجية **(٢)** التربة السطحية والغطاء النباتي وتتركهما جانباً . لتبيّن الحدود او خطوط التماس بين الوحدات الارضية المختلفة . وهي تبيّن ايضاً حجم التشكّلات ومدى امتدادها .

التشكّلات الجيولوجية هي الوحدات

١



٢



(١)- الخريطة هي اولى مراحل العمل . فالجيولوجي يرسم عادة على خريطة طوبوغرافية ما جمعه من معلومات عن المنطقة التي يدرسها . هذه المعلومات هي كناية عن أرقام (١) تحيل الى ملاحظات مدوّنة في مفكرته الارضية ، وعن خطوط ملوّنة (٢) تعطي صورة اجمالية عن انواع الصخور ، وعن رموز اصطلاحية (٣) تشير الى التصدعات .

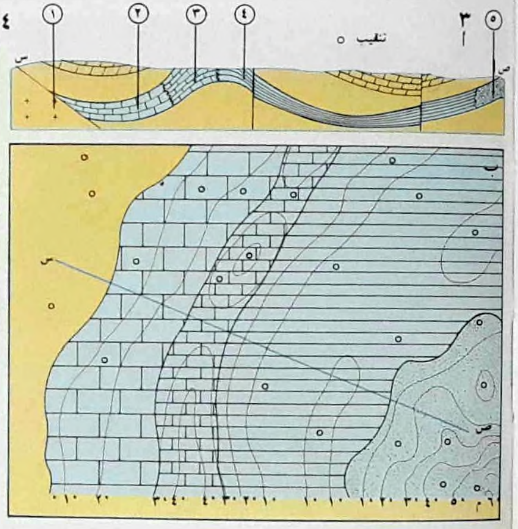
(٢) - تستمد الخرائط الجيولوجية من خرائط الاراضي . وهي ترسم الصخور كما لو كانت منتشرة فوق السطح (ب) ولم تكن مغطاة بالتربة والنباتات . كما قد ترسم المنطقة كاشفة عن مقطعها العمودي (أ) . يعطى لكل تشكّل لون خاص . في الرسم . نرى المنطقة . التي تفيد أحافيرها انها تعود الى الحقبة الفحمية (٣) ، منتقلة جانبياً من الجير الى النضيد ثم الى الصلصال الرملي . يعلو هذه المنطقة . التي تصطدم بالنجد (١) وتغطي صلصالاً رملياً قديماً (٢) . صلصال رملي من اواخر العصر الاول ومصطبة دولوميتية (٥) ومستوى من القصدير الحديث العهد (٦) . تمثّل الخطوط المتواصلة خطوط التصدّع . وتمثّل الأسهم المتقاربة محور طية مقعرة . كما تمثّل الاسهم المتباعدة محوراً احديدابياً .

(٣)- تظهر خرائط السيماء تغيرات احد التشكلات . وقد رسمت خريطته بقطع النظر عن التربة الواقعة فوقه . تظهر في المثال هنا الطبقة ٣ من الخريطة ٢ . يمثل المقطع العمودي (أ) الموقع الحالي للتشكّل . وتبيّن خريطة السيماء (ب) ان هذا التشكّل

الاساسية لكل خريطة جيولوجية · تعرف التشكّلات بسهولة من اختلافها الواضح عن الاراضي المجاورة ، ومن الممكن تحديدها بدون عناء · المعيار الاساسي لتحديد اي بنية جيولوجية هو ان تكون كبيرة وان تكون لها من الصفات الخاصة ما يكفي لتمكين العالم الجيولوجي من تمييزها ومعرفتها بسهولة ، اي ان تكون وحدة خرائطية ·

عندما يكون التأكّل قد اخفى جزئياً معالم التشكّلات ، أو تكون قد حجبتها طبقات فوقها او تربات ، فليس من سبيل لتعيين شكلها ومدى امتدادها الا استناداً الى النتوءات المنعزلة والمبعثرة · لا يكفي نتوء واحد عادة لتحديد العلاقات القائمة بين التشكلات المختلفة في المنطقة الواحدة . وعلى العالم الجيولوجي ان يقوم بملاحظات عديدة ويجري الكثير من التحقيقات قبل ان يجمع كل المعلومات على الخريطة .

٣



٤



٥



مؤلّف من جير بحر عميق (٢) تسرّب اليه عنصر غرانيتي (١) . فتحوّل جانبياً الى جير رصيفي (٣) · في ما وراء ذلك ، يتألف التشكّل من مواد صلصالية ترسّبت في بحر ضحل (٤) ومن مواد صلصالية رملية (٥) من اصل دلتاوي · تعطي خطوط الاطراف سماكة التشكّل . وتعرف السماكة بطرائق استبارية او طرائق زلزالية ·

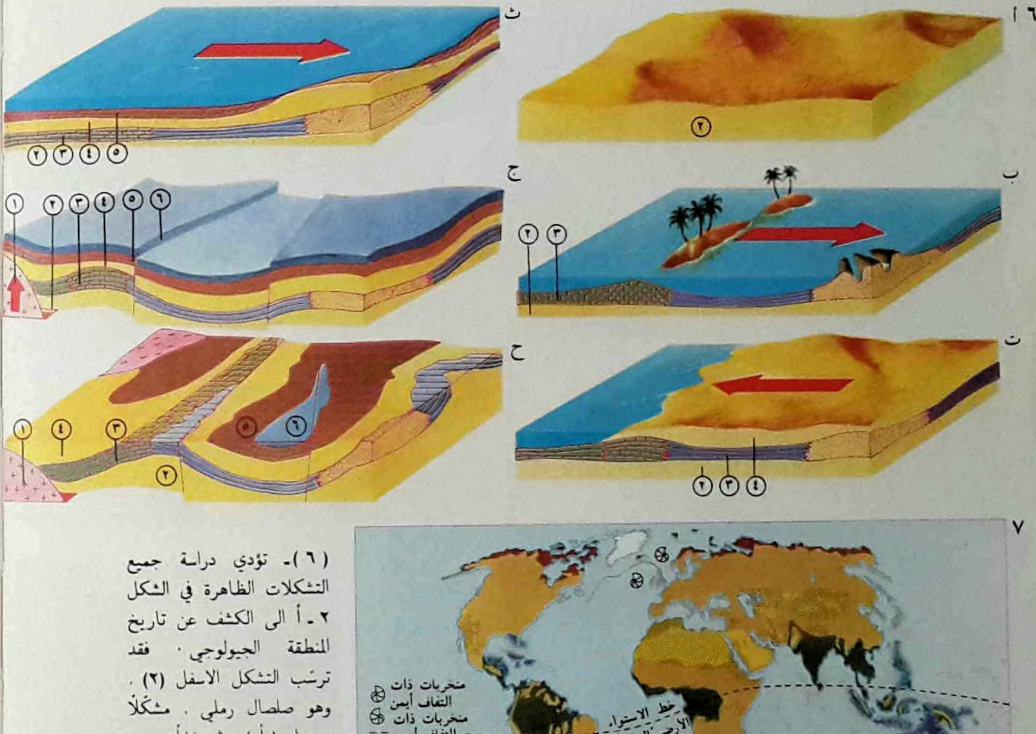
(٤)- خريطة الجغرافيا القديمة تمثيل للجغرافيا في حقبة تاريخية معيّنة · من الممكن نقل خريطة سيماء التشكل ٣ ، الذي ترسّب خلال الحقبة الفحمية ، الى خريطة جغرافيا قديمة · تدل المواد الصلصالية والصلصالية الرملية ، الممتدة من الجنوب الى الشرق ، على وجود أرض في هذا الاتجاه ونهر ينتهي بدلتا (٤) في بحر ضحل (٣) · في عرض البحر وفي مياه لا يتعدى عمقها ٤٥ م ولا تقل حرارتها عن ٢٠ س ، يبني المرجان مع الاشنات رصيفاً حاجزاً (٢) · وراء هذا الرصيف ، في المناطق البحرية العميقة (١) ، سيؤدي تراكم القشور الحيوانية والمحار والهياكل العظمية للاجسام الجيرية تدريجياً الى رصيف جيري متماسك ·

(٥) - لا بد للعالم الجيولوجي ان ينقل معه ، عندما يذهب الى حقل عمله ، جميع الادوات وآلات القياس التي قد يحتاجها في دراسته · هكذا عليه ان تكون معه بوصلة وكلينومتر لقياس مقدار ميلان واتجاهات الصدوع ومحاور التغضنات · واذا كانت المكبّرة ضرورية لدراسة التفاصيل ، فالآلة الفوتوغرافية تفيده كثيراً لوضع التشكل في اطاره الصحيح ·

على العالم الجيولوجي ايضاً ان يعيد بناء المقاطع العمودية للاراضي استناداً الى الخريطة ۰ لكن . بما ان امثال هذه المقاطع نادرة في الطبيعة . فعلى العالم الجيولوجي ان يسدّ هذا النقص بان يرسم بنفسه مقاطع افتراضية خاصة به ۰ ترسم المقاطع انطلاقاً من تصوّر الجيولوجي لأشكال النتوءات وترتيبها وعلى اساس اختبارات استبارية يقوم بها على ضوء ذلك التصوّر ۰ هذه المقاطع ضرورية لكل محاولة تستهدف تحديد الاهمية الاقتصادية للطبقات المعدنية القابلة للاستثمار . كما هي ضرورية ايضاً للقيام باي مشروع نفق او منجم ۰

تقنات رسم الخرائط

هناك تقنات عديدة تمكّن من اكتشاف الترابط بين التشكلات . افضلها وأبسطها تقوم على تعقّب التشكلات في مواضعها على





(٦)- تؤدي دراسة جميع التشكلات الظاهرة في الشكل ٢ ـ أ الى الكشف عن تاريخ المنطقة الجيولوجي ۰ فقد ترسّب التشكل الاسفل (٢) . وهو صلصال رملي . مشكّلاً صحراء (أ) ؛ ثم نشأت عن طغيان البحر (ب) تشكلات بحرية (٣) ؛ وعن انحساره صحراء اخرى (ت) ؛ اخيراً ترسبت مواد صلصالية رملية جديدة (٤) ؛ عندما عاد البحر

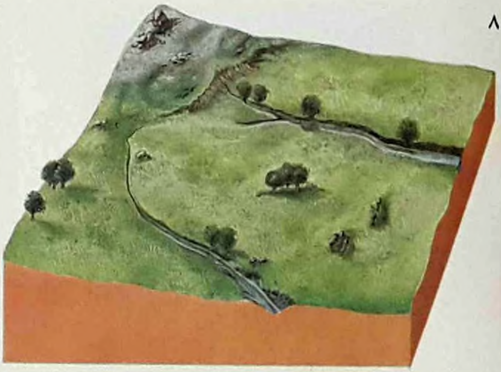
اطول مسافة ممكنة · غير ان هذه الطريقة المثالية صعبة التطبيق ، لان اكثر التشكلات لا تظهر الا متقطعة وفي اماكن معيّنة ، فيضطر العالم الجيولوجي ان يؤلّف بين وحدات مختلفة انطلاقاً من اوجه شبه دقيقة بين الصخور· تتميز الصخور المنتمية الى تشكّل واحد بمجموع صفاتها اي بسيمائها· فلهذه الصخور بنية واحدة وتركيب واحد، لكن قد تحدث تغيّرات تدريجية مع المسافة، مما يقتضي الاستعانة بمعايير اخرى· هذه المعايير هي، في الدرجة الاولى، الصفات المميّزة للترسب كالتموّج (آثار تتركها التيارات او الرياح او الامواج) او التنضيد المتقاطع او التدرّج الغرانيتي ·

لا يخفى ان بنية منطقة ما هي ايضاً اساسية لفهم تاريخ التشكلات الجيولوجي ، ونادر وجود مناطق مستقرة لم تتعرض لاي تشوّه · فكثيراً ما تكون الطبقات مائلة أو متغضنة أو متصدعة · عندما تكون الطبقة مائلة ، يتمثل ميلانها بالزاوية بين المستوى الافقي ومستوى الطبقة . ويستنتج العالم الجيولوجي مدى الميلان من درجة انحناء الطبقات ومن اتجاهها . فيحصل بذلك على وضعها الدقيق · وضع الاراضي هو من افضل ما يعرّفنا الى بنية سطوح المناطق ·

الخرائط الباليوغرافية

من الممكن التأليف بين الاحداث الجيولوجية القديمة بالاستناد الى تفسير الخرائط الجيولوجية وتفحّص المعلومات التي تعطيها الاراضي عن بيئتها ابّان الترسب · ويمكن تمثيل الصورة الناجمة عن هذا التأليف بخرائط باليوغرافية يظهر عليها سطح سيارنا في حقبات جيولوجية مختلفة من تاريخه (٤) · من الممكن ايضاً ان ترسم الخرائط بحيث يظهر عليها توزّع المناطق المناخية · فأحافير الكائنات الحية تشير الى بيئات معيّنة وتعطي معلومات في غاية الدقة عن مناخات العهود القديمة · لكن هذه المناخات يمكننا ايضاً ان نعرف عنها مباشرة بفضل الحزوز الجليدية او آثار قطرات المطر الظاهرة على سطوح المصطبات ·

٨



فطغى (ث) . جرف معه رواسب جيرية (٥) وصلصالاً ناعماً (٦) ، بعد ذلك ، سهّلت مرحلة من التغضن والتقصف (ج) تسرب الغرانيت (١) الى الطبقات الرسوبية ، في آخر الامر ، عمل التأكل على تكوين المنظر الحالي (ح) ·

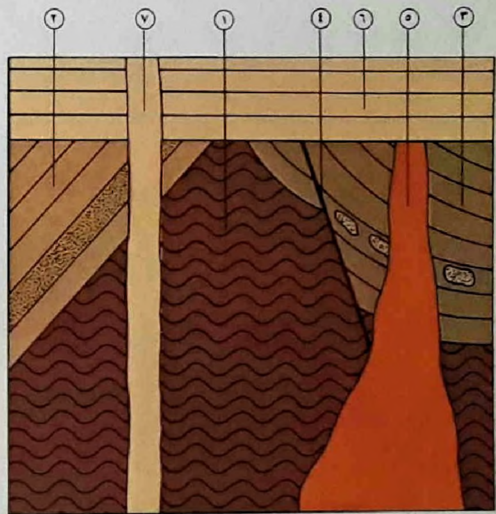
(٧) - علم المناخات القديمة هو دراسة المناخات الماضية التي ما تزال آثارها محفوظة في بعض الصخور · يمثل الرسم التوزع الحالي لصخور من هذا النوع ، تدلّ المنخربة التي اسمها غلوبوروتاليا على درجة الحرارة ، اذ ان تكويرها يتم الى اليمين في المياه الحارة والى اليسار في المياه الباردة ؛

(٨) - عندما يصل العالم الجيولوجي الى الاراضي موضوع دراسته ، من النادر ان يجد نفسه أمام تعاقب طبقي صريح شبيه بشعب كولورادو الكبير · ففي اكثر الاحيان ، تكون الاراضي بالعكس مطمورة تحت التربات والنباتات ، يدرس العالم الجيولوجي كل نتوء · وانطلاقاً من ملاحظاته ومن الامثلة التي يكون قد درسها سابقاً ، يستطيع اعادة تكوين تاريخ المنطقة الجيولوجي · تتمثل المراحل المختلفة لدراسة هذه المنطقة في الاشكال ١ الى ٥ ·

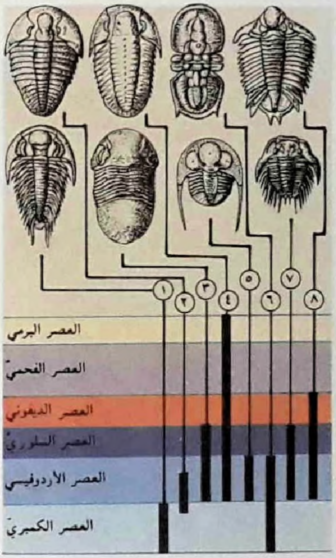
سُلّم الزمان الجيولوجي

ظلّ حساب عمر الارض، لمدة طويلة، كيفيًا وتقريبيًا. فحتى منتصف القرن السابع عشر، كان اللاهوتي الارلندي جيمس أشر (١٥٨١ - ١٦٥٦) يقول ان الارض قد خلقت في ٢٣ اكتوبر عام ٤٠٠٤ ق. م. وفي الساعة التاسعة، مستنداً لبلوغ هذه النتيجة الى دراسته الدقيقة للنصوص الدينية. بعد ذلك، لم تجر أية محاولة جدّية لحساب عمر الارض، لا بالطريقة المطلقة ولا بالطريقة النسبية، حتى القرن التاسع عشر. وهو الزمان الذي اعطت فيه هاتان الطريقتان للتأريخ اولى نتائجهما. ففي عام ١٨٩٧، حاول الفيزيائي البريطاني السر وليم ثومسون، المشهور باسم اللورد كلفن (١٨٢٤ -

١



٢



(١) - يستنتج العمر النسبي للاراضي من خصائصها او صفاتها المميزة. هنا في الرسم، اقدم تشكل هو قاعدة متحولة (١) تشوهت وتأكلت تأكلًا قوياً قبل ان تغمرها طبقة رسوبية (٢). تشوهت بدورها ثم غمرتها طبقة احدث منها عهدا (٣). نعرف كل ذلك من وجود عناصر من الطبقة ٢ في الطبقة ٣. ثم جاءت تكتونية قاصفة (٤). فبدّلت مواضع الاراضي الموجودة قبلًا (٣، ١) مسهّلة بذلك دخول صهارة (٥) وتمركزها هناك. أدّى التأكل، بعد اجتياح بحري لاحق، الى ترسب طبقة جديدة (٦). احدث البنيات عهداً صخور نارية (٧) ظهرت مؤخّراً.

---

(٢) - تمكنّ الاحافير الجيّدة، اي الاحافير ذات الطابع الخاص، من معرفة عمر الاراضي التي تحتويها. فتجمّع البروتينات والاغنوستيديات في ثلاثيات الفصوص مثلًا يشير الى الحقبة الاردوفيسية.

١ - الردليشيديات.
٢ - الاسفيديات.
٣ - الايلانيديات.
٤ - البروتيديات.
٥ - التريتوكليديات.
٦ - الاغنوستيديات.
٧ - الادونتوبلوريديات.
٨ - الليشيديات.

---

(٣) - تشير حلقات الاشجار، التي تستعمل في التأريخ المطلق، الى دورات النمو السنوي. وتكشف فيها ايضاً سماكة الحلقات عن التقلبات المناخية.

١٩٠٧) ، ان يستنتج عمر الارض انطلاقاً من الفرق بين حرارة سيارنا عندما كان بدائياً وفي حالة الانصهار وبين حرارته الحاضرة . مفترضاً ان نقصان الحرارة يتم بموجب قاعدة ثابتة ، فأعطت حساباته تقديراً لعمر الارض يتراوح بين ٢٠ و ٤٠ مليون سنة .

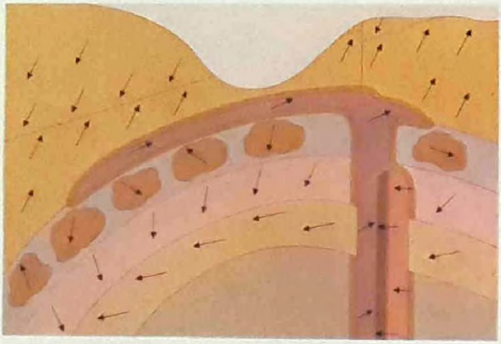
مبدأ التراكم

مع ان محاولات عديدة قد اجريت منذ زمن مبكر للوصول الى تأريخ مطلق ، فقد حمل الفشل المتكرر لهذه المحاولات على التفكير بان تأريخا نسبياً قد يكون اسهل تحقيقاً . تقتصر هذه الطريقة على البحث عن نظام مراحل ترسب الصخور ورسوخها في أماكنها (١) ، وذلك بدون الاستعانة باية وحدات زمنية مطلقة . يعرف التعاقب الكامل للصخور المترسبة منذ بداية الزمان الجيولوجي باسم « العمود التراصفي » . ويقول مبدأ

٣



٤



٥



(٤) — دراسة مجال الارض المغنطيسي هي احدى الطرائق المستعملة لتأريخ الاحداث . فجميع الصخور تحمل آثار مجال الارض المغنطيسي السائد عند تكوّنها . فاذا ما عرفت جميع انعكاسات هذا المجال ، غدا بالامكان تقدير عمر الصخور في الطبقات التي لم تتعرض لاحداث بعد تكوّنها .

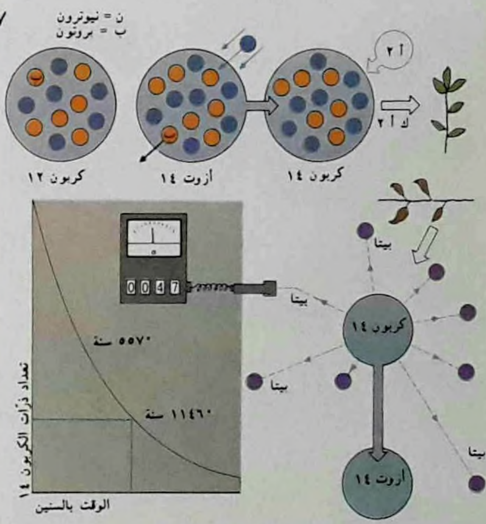
(٥) — يتكون الجبل بالتغضن والتراكب والتكسر . وقعت إبان تكوّن الجبال عدة نوبات تشققية احدثت انقطاعات حقيقية في العمود التراصفي .

التراكم، الذي جاء به وليم سدني سميث (١٧٦٩ - ١٨٣٩) في اواخر القرن الثامن عشر. «اذا كان نسق الترسب طبيعياً، تكون الطبقات السفلى اقدم من الطبقات العليا». فاذا سلّمنا بهذا المبدأ، تصبح عملية حساب «العمود التراصفي» مجرّد عملية دقيقة وطويلة لتعيين هوية الصخور وتحديد ترابطها ثم تصنيفها في ترتيب او نظام مناسب. على هذا، يقسم العمود التراصفي الى وحدات، تفصل بينها الاحداث الجيولوجية التي تقع عند الانتقال من حقبة جيولوجية الى حقبة اخرى. وتعبّر هذه الوحدات الرئيسية عن فترات زمنية مختلفة كل الاختلاف الواحدة عن الاخرى (٧).

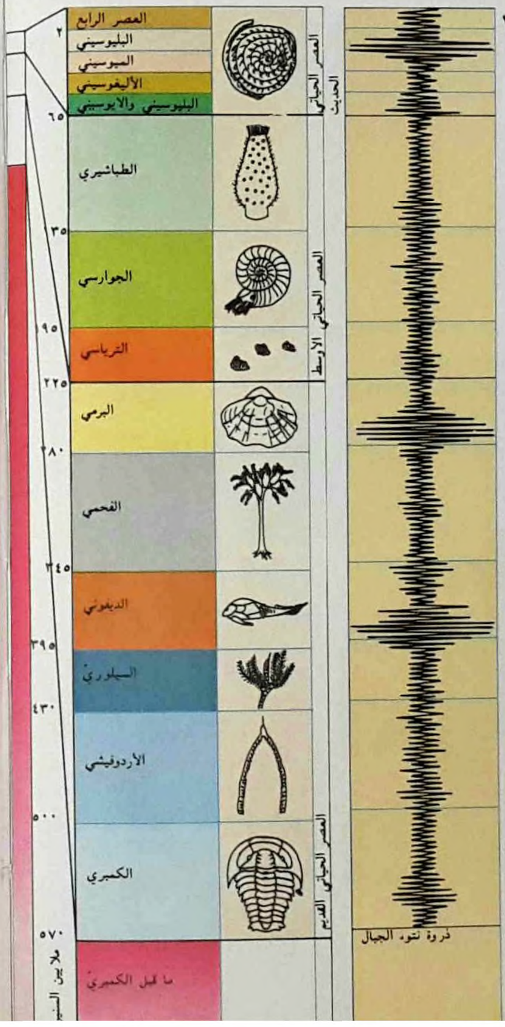
التأريخ المطلق

في البحث عن التأريخ المطلق، يصبح المطلوب تقدير مدد حقبات السلم الزمني

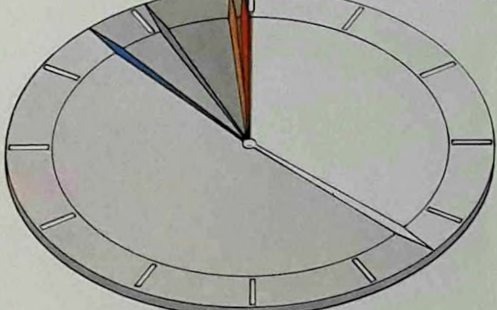
٦



٧



٨



النسبي الذي يسمح لنا بوضعه علم الإحاثة وعلم طبقات الارض · فهناك ظاهرات طبيعية عديدة تسجل مباشرة آثار تعاقب الفصول السنوي ؛ فالاوحال المترسبة على مقربة من مثلجة تنطوي على قبعات متناوية ، اي طبقات ترسبية حوليّة من نوع الرواسب الصيفية او الشتوية . كذلك تشير حلقات شجرة (٣) الى دورات النمو السنوي ؛ وهكذا ايضاً حزوز بعض القوقعات وحراشف الاسماك ·

مع ذلك ، لا تكشف هذه الطرائق الا عن جزء ضئيل من السلم الزمني · لكن الحل العلمي لهذه القضية ، وهو حديث العهد ، فهو يرتكز الى النشاط الاشعاعي · تقوم هذه الطريقة على دراسة التفكك المنتظم ·

يمكن تحديد اعمار جميع الصخور ، حتى اقدمها ، استناداً الى تفكك اليورانيوم الذي نعلم ان معدل حياة نظيره ٢٣٨ يبلغ ٤٥٦ مليون سنة · فاذا قسنا اليوم ما في صخر ما من نظير الرصاص ٢٠٦ ، فضلاً عما فيه من اليورانيوم ، استطعنا حساب الوقت الذي انقضى منذ تبلّر ذلك الصخر · يمكن ايضاً اجراء القياسات انطلاقاً من الثوريوم ، الذي نعلم ان معدل حياة نظيره ٢٣٢ يبلغ ٤١٠٠ مليون سنة ، او انطلاقاً من الكربون ١٤ الذي لا يتجاوز معدل حياته ٥٥٧٠ سنة ·

عمر الارض

ليس اليورانيوم والثوريوم هما العنصران الوحيدان المستعملان لتحديد اعمار الصخور ، بل يستعمل ايضاً نشاط البوتاسيوم والروبيديوم الاشعاعي · فأحد نظائر البوتاسيوم ذو نشاط اشعاعي ، وهو بو ٤٠ الذي يبلغ معدل حياته ١٢٠٠ مليون سنة ، ويعطي تفككه عنصر الارغون ٤٠ · بالمقاربة بين نسبتي هذين العنصرين في القشرة الارضية وفي الهواء تمكّن العلماء من تقدير عمر الارض بما يقرب من ٤,٥ مليارات سنة · لكن الصخور القديمة في الاراضي السابقة للحقبة الكمبرية في شمالي امريكا وغرينلند وافريقيا واستراليا اشارت الى مدد تقرب من ٣,٥ مليارات من السنين ·

---

(٦) — هناك نظيران للكربون ، هما الكربون ١٤ ذو النشاط الاشعاعي والكربون ١٢ · في الجو ، يتكون الكربون ١٤ بسرعة ثابتة نتيجة لتفاعل الاشعة الكونية والأزوت · على هذا ، فكل جسم يلتقط الكربون من الهواء ، ولا سيما النباتات ، يحتوي اذن منذ البدء في كربونه على نسبة معينّة من الكربون ١٤ وهي نسبة يمكن قياسها في النباتات الحالية · بما ان الكربون ١٤ يتفكك خلال متوسط حياة يقدر بـ ٥٥٧٠ سنة ، وبما ان نسبته تتناقص مع الزمان ، فان دراسة النشاط الاشعاعي للكربون المستخرج من خشبة احفورية مثلاً تمكّن من حساب عمر الخشبة ·

(٧) - لئن كان عمر الارض يقدر بـ ٤٥٠٠ مليون سنة ، فالحياة النباتية والحياة الحيوانية لم تزدهرا مع ذلك الا خلال الـ ٥٧٠ مليون سنة الاخيرة · تسمّى الاحافير الواسعة الانتشار جغرافياً والمميّزة لحقبة ما « احافير مميّزة » وهي تمكّن من اكتشاف الترابط بين التشكلات ·

(٨) - يمكننا ان نتصور بوضوح تام مقدار الزمان الجيولوجي العظيم وتتابع الاحداث التي مرت فيه اذا اختصرنا الـ ٤,٥ مليارات من السنين بـ ١٢ ساعة · اذا فعلنا ذلك ، تظل الحقبة الاولى ، وهي ساعتان و ٥٢ دقيقة ، غامضة ، لانها تقابل المدة التي بردت فيها الارض ، واذا فرضنا ان الصخور الاولى تتبلّر في الساعة ٢ والدقيقة ٥٢ ، فالحياة لا تظهر في البكتريات الأولى والإشنات الاولى الا في الساعة ٤ ، ولا تتطوُر اولى اللافقريات في البحار الا في الساعة ١٠ والدقيقة ٣٠ · كذلك الدينوصورات ، فهي لا تظهر على اليابسة الا في الساعة ١١ والدقيقة ٤٥ ، لتحل محلها الطيور والثدييات بعد ذلك بـ ٢٥ دقيقة ، اما الانسانيات ، فلا تظهر الا خلال نصف دقيقة تقريبا قبل الظهر ، اما الثواني العشر الاخيرة فهي تمثّل تاريخ الحضارة بكامله ·

مواردُ الأرضِ المعدنيَّة

المعادن هي المواد التي تتألف منها القشرة الارضية . ومنجم المعادن هو الكتلة من المواد المعدنية القابلة للاستثمار · للمعدنيات أهمية اقتصادية اذا كانت متراكمة بحجم كاف لاستثمارها على الفور او في مستقبل قريب ·

تكوّن المعادن

تسمّى المعادن الخام ذات الاهمية الاقتصادية . كالنحاس والقصدير والتنغستين والرصاص . « ركائز » · مصادر الركائز مختلفة . ويمكن لركاز واحد ان يتكوّن في صخور من اصول مختلفة . كما يمكن بالعكس لصخور ذات طبيعة واحدة ان تحتوي على ركائز مختلفة ·

من الصهارة (٣) . اي الكتلة المنصهرة

١



(١) ـ مخزون المعادن العظيم موزّع في جميع انحاء العالم . وتدل الخريطة فقط على المناطق التي تنتج القسم الاكبر منه · المعلومات المتعلقة بالبلدان الشيوعية ليست دائما متوفرة . ومن المرجح ان يكون المخزون فيها فوق ما هو مبيّن هنا · يأتي الاتحاد السوفييتي في مقدمة البلدان المنتجة للحديد والكروم والمنغنيز ولكثير من المعادن الاخرى · منذ الحرب العالمية الثانية . عثر على مناجم معدنية عديدة في جميع القارات باستثناء الانتركتيكا . وقد نشطت منذ عام ١٩٦٠ الجهود الرامية الى استثمار استراليا والصحراء الكبرى ·

(٢) ـ انتشار المخزون من المواد اللاعضوية غير المعدنية وذات الاهمية الاقتصادية متفاوت للغاية في العالم · ما زلنا نفتقر الى المعلومات عن بعض المناطق الغنية بهذه المواد . بينما نجد مناطق اخرى صعبة الاستكشاف · من المرجح ان يعثر على كميات كبيرة من هذه المواد عندما تتحسّن تقنات التنقيب · لن يستطيع ابدا اي بلد الادعاء بان في اراضيه جميع الموارد المعدنية الضرورية لسد جميع حاجاته · وقد تظهر في البلدان المتقدمة ازمة الموارد المعدنية ايضا بعد ازمة الطاقة ·

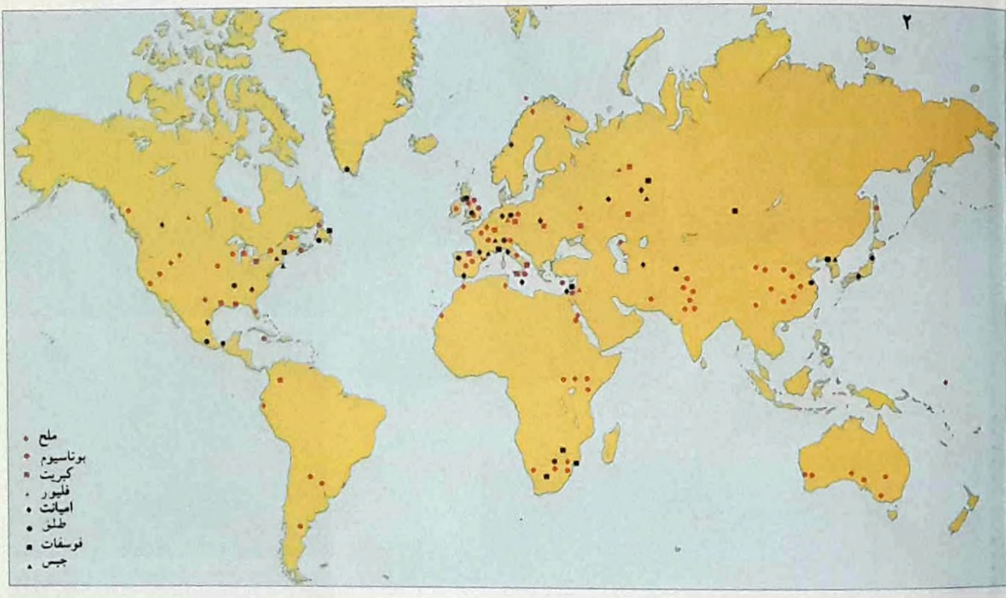
(٣) ـ تنشأ المناجم المعدنية الصهارية عن عوامل مختلفة اهمها،

من القشرة الارضية . تتكوّن طبقات معدنية عديدة · يتكوّن بعضها عند انخفاض حرارة الصهارة وتجمّدها · من الامثلة على الطبقات المعدنية الناجمة عن هذه العملية طبقات الكروميت في روديسيا وفي افريقيا الجنوبية . وطبقة ركاز الحديد الضخمة في كيرونا بشمالي السويد ، وطبقة كبريتور النكل في سدبري بأنتاريو (كندا) .

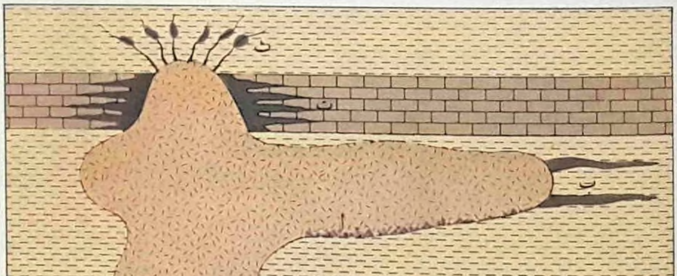
عندما تبرد الصهارة ، تنطلق منها الموائع والغازات الحارة متغلغلة بين الصخور ، فتتبلّر جزيئاتها المعدنية وتملأ الشقوق والصدوع ، مشكّلة عروقا من المعدنيات ذات اهمية اقتصادية . تحيط بها مواد لا قيمة لها تسمّى « شوائب » .

هناك ايضاً طبقات معدنية ، وتسمّى الطبقات الحرارية المائية ، تمتلىء عروقها بالمواد المعدنية المترسّبة من مياه معدنية تجري في الاعماق تحت ضغط شديد وبدرجة حرارة

٢



٣



ترسبات معادن وعناصر اخرى في القسم الاسفل من الصهارة خلال تبرّدها (أ) ، تسرب عناصر الصهارة المتبلرة الى صدوع (ب) ، حلول معادن متأتية عن الصهارة محل معادن اخرى بعملية التحوّل (ت) ، ترسبات مائية حرارية تملأ الشقوق بالمعدنيات التي تنقلها محاليل الماء الحار (ث) ·

مرتفعة عادة .

اما طبقات التحوّل المعدني الحراري . فهي التي تنجم عن « تحوّل التماس » . وهو ظاهرة تتكون فيها المعادن نتيجة للتماس بينها وبين مواد اخرى ملتهبة . من هذه الطبقات يأتي عادة النحاس والزنك والرصاص .

المناطق الحارة وتحول الصخور

احياناً ، لا تحلّ المحاليل الغنية بالمعدنيات الا محلّ بعض العناصر فقط في الطبقة الصخرية ، بينما ، احياناً اخرى ، تحوّل هذه المحاليل الطبقة بكاملها الى مناجم كبيرة من المعادن . كمنجم البيريت في ريو تنتو باسبانيا ومنجم الحزام النحاسي في زمبيا . حرارة المحاليل وما يرافقها من الغازات هي ما يعيّن نوع الطبقات المعدنية . فلكل من المناطق الحارة والمناطق الباردة معادنها الخاصة . اما المحاليل المائية الحرارية . فهي تنبجس احيانا

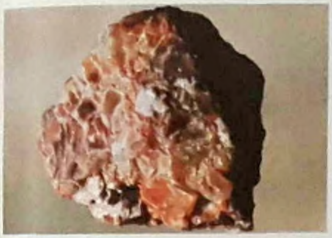
٤



٥

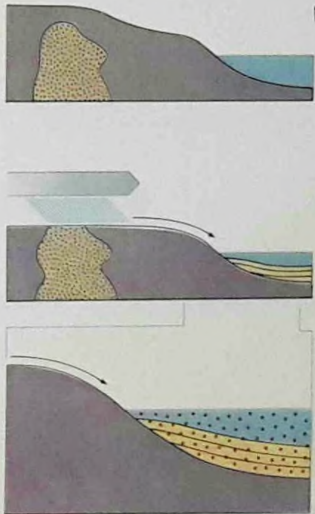


٦



كلدونية الجديدة .

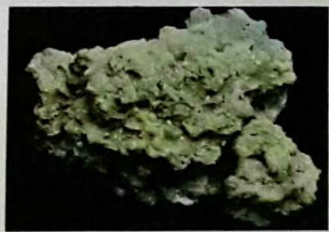
١٩



ب

ت

٧



٨



(٤) ـ الغرنياريت ، التي تسمى ايضا نوماييت نسبة الى نوميا في كلدونية الجديدة . هو ركاز النيكل . منجم كلدونية الجديدة اهم منجم في العالم لهذا المعدن .

(٥) ـ الكروميت ركاز يستخرج من الصخور النارية . الحجر الظاهر في الرسم من

(٦) ـ تأتي املاح البوطاس عن تبخر ماء البحر . يستعمل البوطاس في الصناعة الكيميائية وصناعة المعادن ولاسيما في الزراعة كسماد .

(٧) ـ كثيرا ما يوجد الكبريت صافيا حول مداخن البراكين بعد ان يكون قد ترسّب عن الغازات الكبريتية . تأتي اليوم اكبر كمية من الكبريت من تصفية النفط والغاز الطبيعي .

(٨) ـ يتكوّن الجص . كما تتكوّن املاح البوطاس ، نتيجة للتبخر . يوجد الجص خصوصا في بريطانيا العظمى والمانيا والولايات المتحدة . ويستعمل في الملاط والاسمنت وفي صنع الورق .

على السطح بشكل ينابيع حارة ، حاملة معها ترسبات معدنية من الزئبق الخام والزئبق المكبرت . بينما غالباً ما تتكوّن مناجم الكبريت (٧) على مقربة من البراكين .

كثيراً ما تتعرض الصخور على سطح الارض لتحوّلات كبيرة ، خصوصاً في المناطق المدارية . فقد تنتزع المياه المتسربة من خلال الطبقات العليا العناصر المعدنية منها وتوصلها الى المستوى الهيدروستاتي حيث تترسب في مناجم . فكثير من المناجم ذات الشأن كمناجم النحاس قد تكوّنت بهذه الطريقة انطلاقا من ركائز ترسّبت بكميات ضئيلة . تحت الطبقات الغنية بالركائز . قد تؤدي تحولات الصخور الى مناجم حديد (كمنجم بلباو في اسبانيا) ومناجم منغنيز . اما الصخور المؤلفة من سيليكات الالومين ، فتعطي ، عند تحوّلها ، طبقات من البوكسيت ، وهو ركاز الالومينيوم .

(٩) – تنشأ الطبقات المعدنية الرسوبية عن صخور نارية غنية بالمعادن كالصخور البلوتونية الغنية بالحديد (أ) . فاذا تعرّض الصخر الناري لتقلّبات الجو، فانه يتأكّل فيذوب الحديد فيه متحوّلاً الى ثاني الكربونات (ب) . ثم ينفصل عنه حتى يصل الى حوض ترسّب (بحيرة او بحر) حيث يترسب اكسيداً مائياً (ت) . أخيراً تنقل التيارات اكسيد الحديد ، فيترسّب في تجمعات مستديرة ، وخلال تجمده ، يتبخر الماء من الاكسيد المائي ويبقى الهيماتيت اي اكسيد الحديد الطبيعي .

(١٠) – يظهر هنا كيف يستخرج في العراء من منجم جص في ضواحي باريس مادة خام تدعى جص باريس . في مثل هذه العملية ، ترفع طبقات التربة عن الطبقة المنويّ استخراجها كي تصبح بادية للعيان .



الطبقات المعدنية الرسوبية

من الغرين المترسّب في مجاري المياه ، ينشأ الكثير من الطبقات المعدنية . فعندما تتفتت الصخور ، تجرف الجداول والانهار (٩) جسيماتها ، فتترسّب المعدنيات الثقيلة منها في قعر المجاري وعلى حافاتها . هكذا الذهب مثلا ، فهو يستخرج بالايدي احيانا من ترسّبات من هذا النوع . كذلك يستخرج القصدير ، الذي تنتج ماليزيا وحدها ثلث انتاجه العالمي تقريبا ، بغربلة المواد الغرينية .

كثير من التشكّلات الرسوبية الاخرى مصادر هامةٌ للمعادن : فمن تبخّر مياه البحر ومياه البحيرات تنشأ طبقات الجص (٨) والانهيدريت والهاليت (ملح الطعام او الملح البحري) والبوطاس (٦) ؛ كذلك تتولد طبقات ضخمة من الفوسفات عن تراكم الغوانو بكميات كبيرة ؛ كما ان الصلصال ، الذي يستعمل لصنع الورق والآجر والاواني الخزفية ، انما ينجم عن صخور رسوبية ؛ على غرار ذلك ، تتولّد عن تفكّك الفلسبار والغرانيت التربة الصينية المدعوّة كاولين .

موارد البحر المعدنيّة

اعماق البحار مستودع فسيح للمعادن (٢) . وفي مائها ذاته نجد ذائبة جميع العناصر الكيميائية تقريباً · لكن استثمار هذه الموارد ما يزال باهظ الثمن تحت عمق معيّن وبعد مسافة معيّنة ·

المواد الكيميائية في ماء البحر

استخرج الملح من ماء البحر منذ اقدم العصور (٨) · يجمع ماء البحر في ملّاحات تقسم الى فئات مختلفة من الاحواض · يعطي المتر المكعب من ماء البحر ٣٠ كلغ تقريباً من الملح · يستخرج اليوم من البحر ٣٠٪ من انتاج الملح بكامله ·

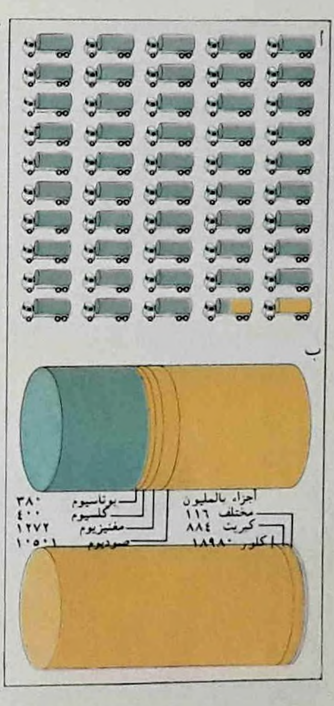
يستعمل المغنيزيوم . وهو معدن مهم يدخل في تركيب أشابات عديدة . في

١ أ



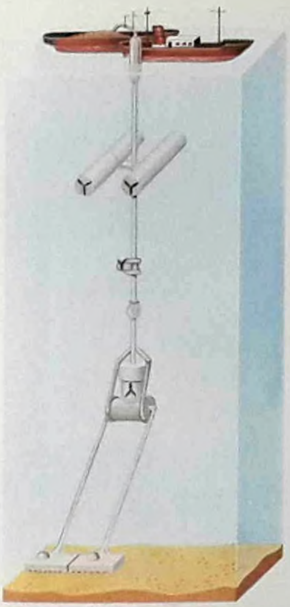
(١) - تكثر في بعض المحيطات عقيدات المنغنيز (أ) المكونة من مواد معدنية هي بالارجح من اصل حيواني او نباتي · يختلف تركيب العقيدات الى حد ما · فبالاضافة الى المنغنيز (م) . الذي هو معدن نفيس يستعمل في مصانع الفولاذ . تحتوي العقيدات على معادن اخرى ذات قيمة (ب) . كالكوبالت (كو) والنحاس (نح) والحديد (ح) والنيكل (نك) ·

٢ أ



(٢) - من اصل ٩٣ عنصراً كيميائياً . نجد ٧٣ عنصراً في المحيطات بكميات قابلة للقياس · تحتوي الصهاريج الخمسون (أ) على مليون ليتر من ماء البحر (كل صهريج يحتوي على ٢٠٠٠٠ ليتر) · يحتوي الصهريجان الاخيران (ب) على العناصر الكيميائية الموجودة في هذا الحجم من الماء · وقد اشير الى نسب كل منها ·

٣



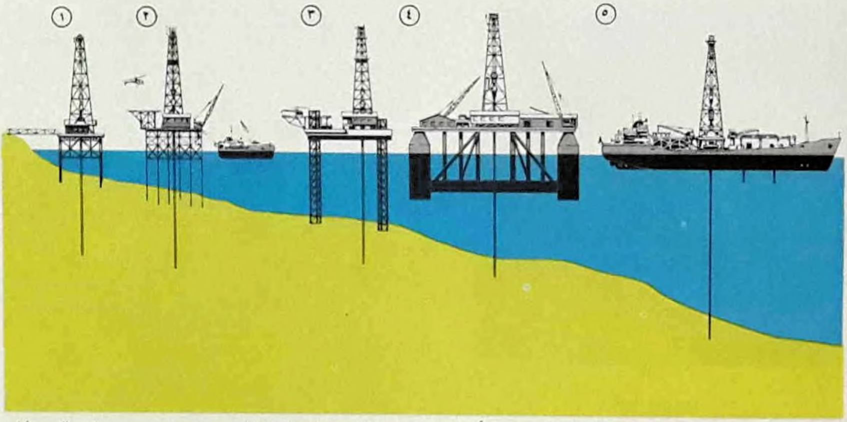
(٣) - اثارت مسألة استثمار المناجم الغنية بعقيدات المنغنيز الموجودة في قيعان البحار مناقشات طويلة · يرينا هذا الرسم البياني احدى طرائق الاستثمار المقترحة · تقوم هذه الآلة على مبدأ السقّاطة التي تلتقط العقيدات وترفعها الى السطح حيث

صناعات الطائرات والسيارات نظراً لخفته . وقد استعمل في الحرب العالمية الثانية لصنع القنابل المحرقة · يمثل الآن المغنيزيوم المستخرج من المحيطات عن طريق التقطير ٦٦ ٪ من انتاجه العالمي السنوي ·

اما البروم . فهو عنصر كيميائي يستعمل في صنع العديد من المستحضرات الصيدلية وفي الصناعة الفوتوغرافية وفي انتاج مختلف انواع البنزين . وهو يستخرج من المحيطات خصوصاً ·

الماء ذاته مورد ثمين في المناطق الساحلية الجافة (٥) · فبتبخير ماء البحر وتكثيفه يتم الحصول على ماء عذب · تتطلب طرائق ازالة الملح من ماء البحر كميات كبيرة من الطاقة . لكنها عملية غير اقتصادية . الا في البلدان التي تكون فيها الطاقة رخيصة الثمن كبلدان الجزيرة العربية الغنية بالنفط ·

٤



توزع على اطواف · يشغَل الآلة عدد من الدواسر الموجودة بين سطح الماء والقاع · لكن هناك اجهزة اخرى . كجهاز الانشاءات الذاتية الدفع بالهواء المضغوط المجهّزة بحفَارة تربطها بالسفينة اذرع مزوّدة بمفاصل · تضاف حلقات تلفزيونية مقفلة الى هذه الاجهزة لتحديد مواقع العقيدات . فيما تكون الات اخرى عائدة بالعقيدات الى السطح ·

(٤) ـ كانت اولى الانشاءات النفطية تبنى على ركائز خشبية · اما الانشاءات العصرية (٢) . فتسندها جسور عديدة فوق سطح البحر · للانشاءات الرافعة (٣) اجهزة ذاتية الرفع ، والانشاءات نصف الغاطسة (٤) . التي تثبتها مرساة في مكانها . قادرة على العوم · في المياه العميقة تستعمل السفن (٥) . ويدلى بالمثقب من ثقب في هيكل السفينة ·

٥



(٥) ـ يتجمع في المحيطات معظم مخزون الماء على الكرة الارضية · يتم نزع الملح من ماء البحر ومن الماء الاجاج بتقطير الماء او بتجميده · غير ان هذه الطرائق تتطلب آلات قوية ومعقدة وغالية الثمن · في الوقت الحاضر . لا ينتزع الملح من ماء البحر على نطاق واسع الا في المناطق التي تفتقر كثيراً الى الماء العذب ، تمكنت بعض الدول العربية . بفضل ما يدرّه عليها النفط من اموال . من الحصول على الماء العذب بهذه الطرائق ·

موارد الارصفة البرية

بالاضافة الى الموارد الموجودة في ماء البحر . تدخَر قيعان البحار مواد معدنية مهمة . وقد بوشر باستثمار هذه الاركزة في جوار الساحل وفي القيعان المرتفعة للارصفة البرية · فالرمل والحصباء والجير تستخرج من الشواطىء ومن المياه الساحلية لتستعمل في البناء · كذلك تحتوي بعض رواسب الشواطىء على كميات من المعدنيات جديرة بالاستثمار · فالرمال السوداء على طول شواطىء المحيط الاطلسي في الولايات المتحدة تحتوي على الإلمينيت والروتيل ، وهما من الاركزة التي يستخرج منها التيتان · وعلى ركاز نادر هو المونازيت ؛ والرمل الاسود على شواطىء زيلندة الجديدة الغربية غنيّ بالحديد · لكن الاستثمار المفرط لبعض الرواسب قد يؤدّي الى تأكّل ساحلي خطير ·

اما استثمار مواد القيعان المرتفعة . فقد

٧



٦



(٦) - تبيّن هاتان الخريطتان مناطق المعادن المستخرجة من قيعان البحار · توجد اكثر المناجم القليلة النفقات في الارصفة البرية ·

(٧) - يوجد اليود في ماء البحر بكميات ضئيلة للغاية (٠,٠٠٦ ٪) . لكنه يتراكم في بعض النباتات البحرية كالطحالب · اكتشف اليود عام ١٨١١ باستخراجه من رماد الطحالب · يشكل الفوقس . وهو مجموعة من الاشنات السمراء . احد مصادر اليود الاولى · يستخرج اليود ايضاً من نترات التشيلي ومن مياه آبار النفط المالحة .لكن الطحالب ستظل دائماً مصدراً هاماً له ·

(٨) - يستخرج الملح من البحار منذ عهد الحضارة المينوية · يجمع ماء البحر في أحواض ساحلية ، فيترسّب الملح بعد ان يتبخّر الماء بفعل حرارة الشمس ·

(٩) - النفط والغاز هما اهم مادتين تستخرجان من القيعان البحرية · تقدمت طرائق الحفر في البحر تقدما سريعا للغاية خلال السنوات الثلاثين الاخيرة . وفي الوقت الحاضر يأتي حوالى ٢٥ ٪ من الانتاج العالمي للبترول من المناطق المغمورة ·

اصبح ناشطاً ايضاً اليوم · فحول اليابان . يستخرج الحديد من الرمال . وعلى الرصيف البحري جنوبي غربي افريقيا يستثمر الماس · اصبح من الممكن اليوم استخراج المعدنيات على عمق ١٨٠ متراً · وفي اليابان يأتي ٢٠٪ تقريباً من الفحم الحجري من طبقات موجودة تحت الماء ·

عثر على مناجم الكبريت في خليج المكسيك . فيما كان المنقبون يبحثون عن النفط · النفط والغاز هما اهم المواد المستخرجة من قيعان البحار · منذ اكثر من نصف قرن . اتقن المنقبون اقامة اجهزة الحفر فوق قيعان تقع على عمق بضعة امتار . وقد ازيلت عقبة مهمة عندما تم بناء اولى الجزر الاصطناعية . فأصبحت اليوم جميع المصطبات البرية قابلة للاستثمار بهذه الطريقة · الانشاءات النفطية موزعة على جميع انحاء العالم (٤) ؛ في مضيق باسّ بين تسمانيا والقارة الاسترالية . وفي البحر القزويني . وخليج المكسيك . والبحر الاركتيكي . وعلى شواطىء كليفورنيا . وفي بحر الشمال . وبحر سولو في الفليبيين ·

٨


٩


المناجم تحت البحر

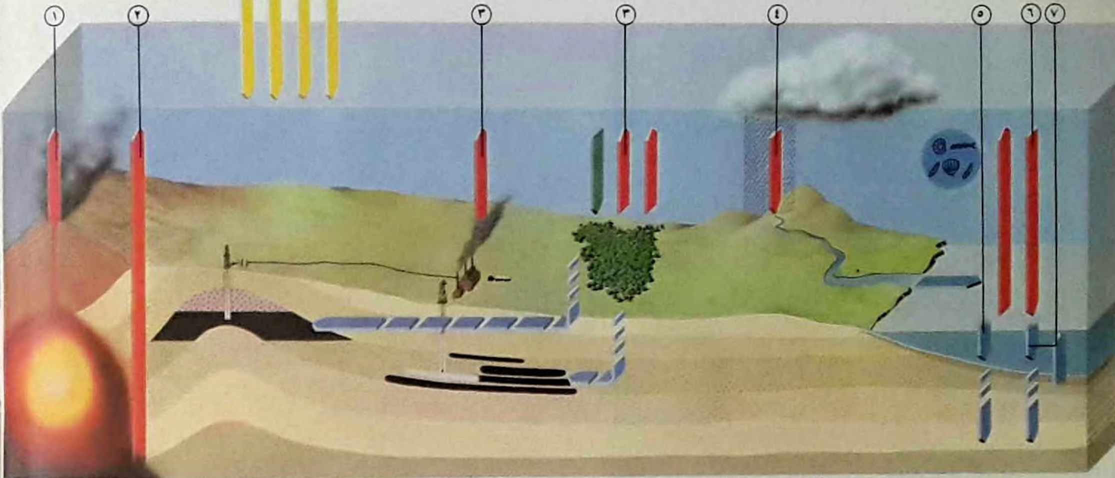
يوجد عدد كبير من عقيدات المنغنيز (٣) في اعماق المحيطات . وقد علم منذ قرن (١) بوجود هذه العقيدات الشبيهة بالبطاطا التي تحتوي على الكوبالت والنحاس والحديد والنيكل ومعادن اخرى · في بعض مناطق المحيط الهادىء . تتركز العقيدات بمعدل يربو على ٥٤ كلغ بالمتر المكعب . وهي توجد ايضاً في المحيطين الاطلسي والهندي · انها مورد في غاية الاهمية . لكن مصدرها ما يزال مجهولاً ·

تثير المراقبة الدولية لاستثمار قيعان البحار بعض المشكلات . وقد اقترح مؤخراً ان تقبض منظمة دولية خاضعة لمنظمة الامم المتحدة جعالات من شركات الاستثمار لتمويل البلدان الآخذة بالنمو لتمكينها من القيام بنفسها بمشاريع بحرية استثمارية ·

الفحم الحجري

يتكوَن الفحم الحجري من تحوّل نباتات ارضية قديمة · يبدو انه كان اول ما استعمل من مواد الوقود الأحفورية · هو ما جعل اول ثورة صناعية امراً ممكنا . لكنها اسهمت هي بدورها في تقدم صناعته . اذ زوّدتها بتقنات متطورة فعاّلة · يتراجع استهلاك الفحم الحجري منذ اكثر من ٢٠ عاماً · فقد كان الفحم الحجري في عام ١٩٦٠ يؤمنّ حوالى نصف الطاقة العالمية . فاذا باستهلاكه ينخفض الى الثلث في عام ١٩٧٠ . في يومنا الحاضر . جاء نموّ مصادر جديدة للطاقة . كالنفط والغاز والطاقة النووية . يحدّ من الحاجة اليه · غير انه من الممكن ان يشهد المستقبل القريب تبدّلاً في الوضع . عندما

١



(١) ـ يشكل الفحم الحجري ومواد الوقود الاحـــــفورية الاخرى جزءاً من دورة الكربون المعقدة الضرورية للحياة · يتكون الغاز الفحمي (ك أ ٢) في باطن الارض (١) وفي الصخور (٢) نتيجة لتنفس الحيوانات ولاحتراق المواد العضوية (٣) ، ثم يتحول الى مادة عضوية بفضل الية التركيب الضوئي التي تتولاها النباتات. يوجد الغاز الفحمي في الهواء وفي المحاليل البحرية · يتمّ التبادل بين هذين العنصرين عندما يغسل المطر الهواء من الغاز (٤) · كذلك يمكن للغاز ان يذوب في ماء البحر (٦) ، فتشكّل كمّية معيّنة من هذا الغاز المذاب رواسب كيميائية (٧) وعـــضوية (٥) ، كالكربونات مثلاً ·

٢



(٢) ـ تأتي طبقات الفحم

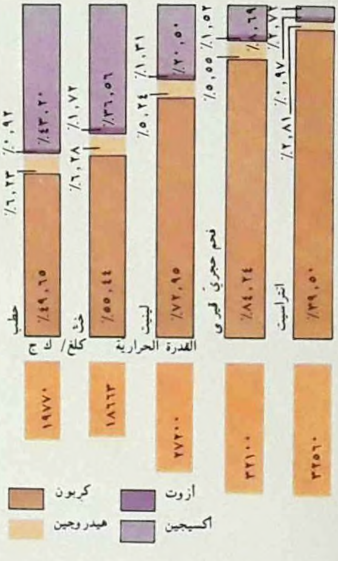
تشحّ مدّخرات النفط والغاز . وقد اخذ منذ الآن توسّع الصناعة الفولاذية وازدياد سعر النفط يفتحان امامه آفاقا جديدة . تقدّر المدّخرات العالمية من الفحم الحجري بثمانية آلاف مليار من الاطنان .

طبيعة الفحم الحجري

الفحم الحجري ، كالنفط والغاز ، مادة عضوية تحولت ببطء بفضل عمليات كيميائية . لكن بينما يتألف النفط والغاز من بقايا حيوانية كالعوالق ، يتألف الفحم الحجري من بقايا نباتية . تشكّل انواع الوقود الأحفورية جزءاً من دورة الكربون (١) ، وهو مادة ضرورية للكائنات الحية .

الفحم الحجري صخر رسوبي مؤلّف من كربون وماء ومواد طيارة وبعض الشوائب المعدنية التي تعطي الرماد عند احتراق الفحم . تصنّف انواع الفحم الحجري استنادا

٣



٤



رقيقة جداً أحياناً . وهذا ما يجعل استثمارها صعباً ومحفوفاً بالاخطار . في الوقت الحاضر . يتم استثمار المناجم بواسطة آلات متطورة تقنياً . مما يقلل من عدد العمّال فيها .

(٣) — تتوقف القيمة الاقتصادية لوقود ما على محتواه من الطاقة . اي على كمية الطاقة التي يمكنه انتاجها عند حرق كمية عيارية منه . غير انه لا بد من توازن هذه الكمية من الطاقة مع كلفة الاستخراج والاحتراق . في الرسم البياني مقارنة بين المحتوى الطاقي لأكثر انواع الفحم الشائعة الاستعمال . اهم انواع الفحم الانتراسيت . لكن من عقبات استخراجه انه يوجد على اعماق كبيرة وفي رواسب رقيقة جداً . اما الليينت . فقد يصبح استثماره عملية اقتصادية رابحة . لانه يظهر في رواسب سميكة جداً وعلى مقربة من سطح الارض ويمكن استثماره في العراء .

(٤) — شاهدت الحقبة الفحمية التي تعود الى ٣٥٠ مليون سنة نموّ غابات من السرخس وذنب الفرس ونباتات اخرى شبيهة بالاشجار في الاراضي التي برزت من تحت المياه فوق سطح الارض وفي المستنقعات الساحلية . وقد انتجت هذه النباتات القسم الاكبر من الفحم الحالي . تنجم سماكة الطبقات الفحمية عن تغوّر الاحواض المنجمية البطيء خلال تكوّنها .

الى نسب المواد التي تتألف منها والقوى الحرارية التي تنتجها ، يحتوي اللينيت على **٤٣ ٪** من الماء . وله بالتالي قدرة حرارية دون قدرة الفحم الحجري الدسم الذي لا يحتوي الا على **٣ ٪** من الماء ، الانتراسيت مؤلف من الكربون بنسبة **٩٥ ٪** . ولا يحتوي الا على القليل من الماء ومن المواد الطيارة ، وله قدرة حرارية مرتفعة جداً ، لكنه اقل اشتعالاً من الفحم الحجري الدسم الذي يحتوي على **٣٢ ٪** من المواد الطيارة .

الشوائب المعدنية الموجودة في الفحم الحجري هي في الدرجة الاولى من الصلصال والكلورور والكبريتور .

يتوقّف تكوّن الفحم على وفرة النباتات ، وقد تحقق هذا الشرط في الحقبة الفحمية ، قبل ما يقرب من **٣٤٥** مليون سنة . عندما كانت مساحات فسيحة من الغابات المغمورة بالمياه تغطي مناطق خاسفة . يعود تاريخ

٥



(٥) ـ بقي الفحم الحجري، خلال قرنين، الوقود الاكثر استعمالاً . الى ان جاء انتاج النفط السريع ينزله الى المرتبة الثانية . تحولت صناعة الفحم من جراء ذلك خلال السنوات العشر الاخيرة . فأوروبا واليابان تعرّضا لنقص في انتاجهما الفحمي بسبب منافسة النفط . بينما لم تتأثر بلدان اخرى كالولايات المتحدة والصين والاتحاد السوفييتي من جراء ذلك وظل انتاجها منه يتزايد . يبيّن الرسم البياني كميات المخزون الفحمي المعروفة في العالم . لكن الكمّيات الاخرى التي لم يتّم التنقيب عنها بعد هي اهم من ذلك بكثير . ينبغي عدم الخلط بين مجموع المخزون والقسم من المخزون القابل للاستثمار . غير ان التقدم في طرائق التقصي والتنقيب والتقنات المنجمية والتقلبات في قيمة الفحم الاقتصادية كفيلة بجعل الكمّيات التي يمكن استثمارها تتزايد .

معظم مناجم الفحم التي نستثمرها اليوم الى هذا العهد . مع العلم ان هناك مناجم اخرى تكوّنت خلال جميع المراحل الجيولوجية الاخرى ·

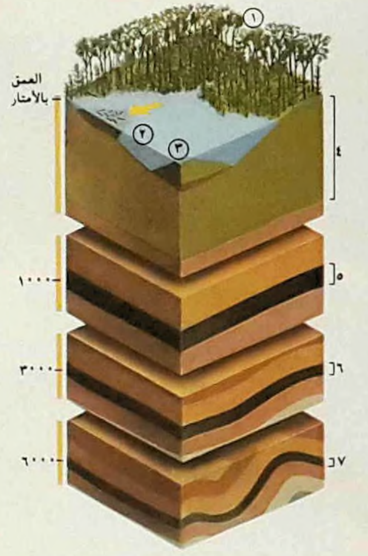
تكوّن الفحم الحجري

يتكوّن الفحم الحجري عندما تتمكّن المادة العضوية من اعادة تكوينها قبل ان يتلفها النشاط البكتريولوجي · المناطق المغمورة بالمياه هي المناطق المنشودة لتكوّن الفحم الحجري · فتأسّن الماء فيها يجعل بيئتها خانقة . فيتباطأ عمل البكتريات الفتاك . واول ما ينتج عن ذلك هو الخث · ثم تغمر الخث رواسب اخرى وتضغط عليه . فينعتق الغاز والماء منه . وينقلب الى فحم حجري · اذا كانت الرواسب على عمق كيلومتر واحد . تشكّل طبقة من الخث سماكتها ٢٠ م طبقة من اللينيت بسماكة ٤ أمتار ; واذا كانت الرواسب على عمق ٣ كلم . فانها تعطي طبقة من الفحم الحجري الدسم بسماكة ٢ م ؛ أما اذا زاد العمق على ذلك فبلغ مثلاً ٦ كلم وزاد ارتفاع الحرارة ايضاً . فتصبح طبقات الخث البالغة سماكتها ٢٠ متراً منجماً من الانتراسيت سماكته ١,٥ م ·

مخزون الفحم في العالم

يكفي مخزون الفحم العالمي لسدّ حاجاتنا في المستقبل . لكن نصفه فقط قابل للاستثمار · فهناك مناجم يجب ان تستبقى في موضعها كي تحول دون انهيار مناجم الفحم المجاورة . كما ان هناك مناجم اخرى يصعب الوصول اليها او يكون استثمارها غالي الثمن · توجد أكبر كمية مختزنة من الفحم الحجري في الاتحاد السوفييتي . وتملك الولايات المتحدة حوالى ١٤ ٪ من المخزون العالمي · تأتي الصين في المرتبة الثالثة · في بلدان العالم الثالث . تأتي الهند في المقدمة بنسبة ١ ٪ من المخزون العالمي · اما في الانتركتيكا وغرينلند . فالمناجم الفسيحة هناك ما تزال تنتظر تحسين التقنات المنجمية من جهة . وارتفاع اسعار الفحم من جهة اخرى . لترى استثمارها يصبح عملية رابحة ·

٦



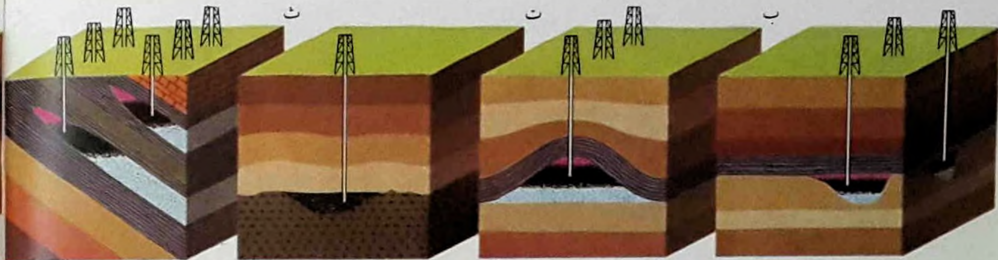
(٦) — ينشأ الفحم الحجري انطلاقاً من بقايا نباتية (١) · تترسب النباتات الميتة في المستنقعات مشكّلة مخثات اي مناجم من الخث (٤) وهي المرحلة الاولى . ثم تخمّر البكتريات في الماء البقايا النباتية التي تكون قد اصبحت غنية بالكربون · عندما تغمر رواسب اخرى هذه المادة العضوية الميتة . يحوّل ضغط هذه الرواسب والحرارة المرتفعة جداً المرافقة له الخث الى لينيت (٥) · مع زيادة الضغط والحرارة في الاعماق . يصبح اللينيت فحماً حجرياً دسماً (٦) ثم انتراسيتا (٧) · بعض الفحم الحجري غنيّ بنوع خاص من البَوْغ . كالفحم الوقّاد (٢) أو بطحالب مجهرية كالفحم القيري (٣) ·

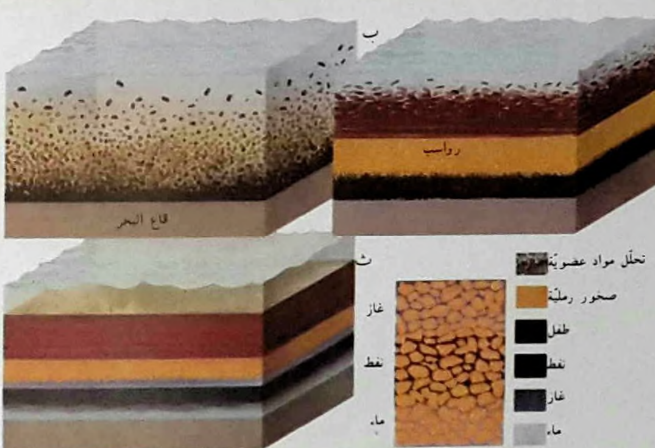
النفط والغاز الطبيعي

عام ١٩٧٤ . بلغت نسبة ما اعطاه النفط والغاز من الطاقة ٦٤٪ من مجموع الطاقة المستهلكة عالمياً . وذلك بنسبة ٤٥٪ من النفط و ١٩ ٪ من الغاز . نذكر . على سبيل المقارنة ، ان هذه النسبة كانت عام ١٩٦٢ اقل من نصف الاستهلاك العالمي للطاقة .

التقدم السريع للطاقة النفطية

في عام ١٨٥٩ (وهو التاريخ الاصطلاحي لنشوء صناعة النفط الحديثة) ، عثر ادوين د . دريك (١٨١٩ ـ ١٨٨٠) على نفط فيما كان يحفر بئراً في طيطسفيل ببنسلفانيا (الولايات المتحدة) . حتى ذلك الحين . لم يكن للنفط والغاز اي دور يذكر على صعيد



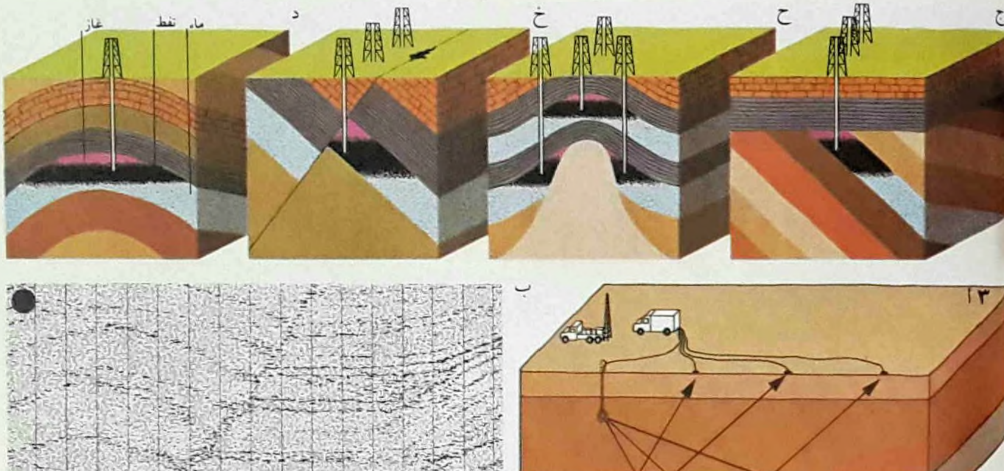


(١) ـ يوجد النفط والغاز في « الصخور المستودعات » . لكنها نادراً ما تكون الصخور التي تكوّنا فيها . تحيط بالمستودعات صخور مسيكة تقوم بدور الحاجز . فالطيّات المحدبة تشكّل حاجزاً . اذا احتوت على طبقة مسيكة (د) . كما تفعل التصدعات التي تدفع صخراً مسيكا الى مماسة « صخر مستودع » (خ) . تشبه القبب الملحية (ح) الطيّات المحدبة . تشكّل حواجز اخرى الطبقات الكتيمة الواقعة فوق طبقات مائلة (ج) . وكذلك تفعل « الصخور المستودعات » المحبوسة (ث) . حيث لا يوجد ماء . يمكن للنفط ان يكوّن بركة في تجويف صخور قاعية (ت) ، احياناً . تشكّل الشعاب المرجانية الاحفورية (ب) وقيعان الانهار الاحفورية (أ) خزانات مستطيلة ومتعرجة .

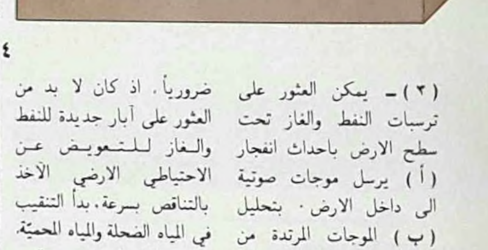
(٢) ـ غاصت المتعضيات الميتة في اعماق البحار الضحلة (ث) . وغمرها الطفل (ت) والصخور الرملية . فأنتج النشاط البكتري النفط والغاز (ب) اللذين انفصلا وارتفعا من خلال الصخور الرملية (أ) .

الطاقة العالمية . لذلك ظهرت سرعة تبوّء النفط مركزاً رفيعاً كمصدر للطاقة امراً مذهلاً. كما بانت نتائج ذلك مثيرة للاعجاب . فلم يعد من الممكن اليوم تصور المدنيّة الحديثة وتقنيّتها ومستوى معيشة الجماهير الحالية بدون الطاقة الوافرة والرخيصة التي يؤمنها النفط والغاز . فضلاً عن ذلك . يشكّل النفط المادة الخام للصناعات البتروكيميائية التي تنتج اللدائن والالياف الاصطناعية والمئات من المركّبات العضوية المستعملة كأدوية ومبيدات للحشرات ومطهّرات .

من الثابت اليوم ان مخزون النفط العالمي القابل للاستثمار يبلغ ٦٦٦ مليون برميل (البرميل = ١٥٩ ليترا) . وهي كمّية تمثّل ما يمكنه أن يسدّ حاجات الاستهلاك العالمي لمدة ٣٦ سنة على اساس معدّل الانتاج لعام ١٩٧٢ (٥) . هذا يعني ان النفط مورد محدود ، حتى لو أخذنا بعين الاعتبار الآبار



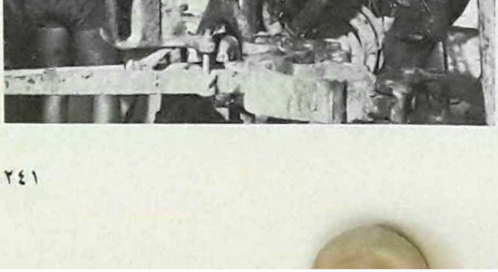
٣ أ



ب



٤



(٣) ـ يمكن العثور على ترسبات النفط والغاز تحت سطح الارض باحداث انفجار (أ) يرسل موجات صوتية الى داخل الارض . بتحليل (ب) الموجات المرتدة من الطبقات الجوفية . تحدد مواقع الترسبات .

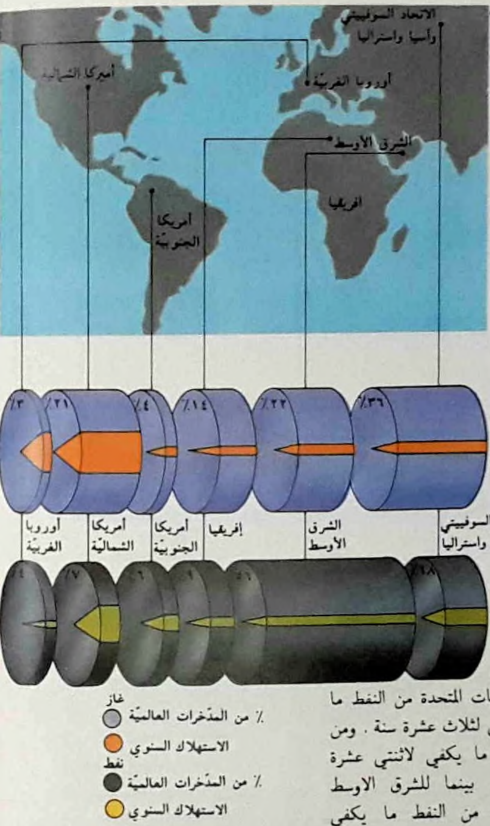
(٤) ـ اصبح التنقيب عن النفط في عرض البحر امراً ضرورياً . اذ كان لا بد من العثور على آبار جديدة للنفط والغاز للتعويض عن الاحتياطي الارضي الآخذ بالتناقص بسرعة، بدأ التنقيب في المياه الضحلة والمياه المحميّة، لكن صناعة الحفر تتجه اليوم نحو المياه العميقة والمعرّضة للعواصف . ولا بد بالتالي ان يكون انتاج النفط في عرض البحر باهظ الثمن .

التي لم تكتشف بعد وتحسين طرق الاستخراج .

كيف يتكوّن الغاز والنفط

يعتبر الجيولوجيون النفط والغاز مادتين « معدنيتين » لانهما ، كالفحم الحجري ، جزء من تركيب القشرة الارضية . ويصنفونهما بين المواد الهيدروكربونية . لانهما يتألفان من جزيئات تحتوي كليا او اساسيا على الهيدروجين والكربون . يتميّز النفط الطبيعي اي النفط الخام ، بأنه سائل يتراوح لونه بين الاصفر والاسود مشتملاً ايضاً على الاحمر والبني والاخضر الداكن ، وانه مزيج من مركّبات هيدروكربونية عديدة يتراوح بين السيولة المفرطة واللزوجة الشديدة ، في حين ان الغاز عديم اللون ويحتوي على جزيئات من الهيدروكربون أصغر واخف .

الهيدروكربون طاقة شمسية مختزنة . يتم





(٥) – تظهر على هذه الخريطة كميات النفط المنتج والمستهلك في مناطق مختلفة . ويتبيّن منها ان كميات الانتاج (اللون الاصفر) والاستهلاك (اللون البرتقالي) متفاوتة . فالشرق الاوسط ينتج كميات ضخمة من النفط ، في حين ان معدل الاستهلاك فيه متدن نسبياً . اما في اوروبا ، فاستهلاك الطاقة مرتفع والانتاج ضئيل وان كان في تزايد بفضل الاكتشافات النفطية التي تمت في بحر الشمال .

(٦) – يظهر هنا احتياطي النفط والغاز المعروف حجمه « بالتأكيد » ومعدلات الاستهلاك النفطي الحديث . من الممكن الجزم بوجود هذه الكميات وبأن كميات اخرى سيتم اكتشافها . يتجلى المدى الحقيقي لازمة النفط بقسمة الاحتياطي منه على معدل الاستهلاك السنوي . وهذا يبيّن بدوره الى متى سيدوم النفط المعروف على اساس معدّل الاستهلاك الحالي . جاء في تقدير حديث ان النفط العالمي قد لا يدوم ٤٠ سنة وانه لا يمكن من أية زيادة في الاستهلاك . على اساس معدل استهلاك عام ١٩٧٦ . في الولايات المتحدة من النفط ما يكفي لثلاث عشرة سنة . ومن الغاز ما يكفي لاثنتي عشرة سنة . بينما للشرق الاوسط وآسيا من النفط ما يكفي لخمسين سنة . ومن الغاز ما يكفي لثمانين سنة .

(٧) – من اهم الاكتشافات

تركيب المادة العضوية بامتصاص النباتات الحية لطاقة الشمس في عملية التركيب الضوئي . كانت اعداد كبيرة من النباتات الدقيقة والحيوانات الصغيرة التي تقتات من هذه النباتات تعيش في البحار. وكانت، عندما تموت، تسقط اجسامها الى القاع . في الظروف العادية، يكون من الطبيعي، بعد ان تتنشّق البكتريات الاكسيجين ويحل الفساد بهذه الاجسام، ان يؤدّي ذلك الى احتراق المواد العضوية وبالتالي الى انتاج ثاني اكسيد الكربون والماء . لكن لما كان الاكسيجين مفقوداً، لم تكن عملية التحلل والافساد التي تقوم بها البكتريات كاملة. فأدّى ذلك الى انتاج هيدروكربونات مع مركّبات عضوية أخرى .

في حالات اخرى، كان الطين والطمي يترسبان ايضاً مع المواد العضوية . ومع مرور الزمن، كانت تعلو هذه الرواسب الغنية بالهيدروجين والكربون طبقات احدث عهداً منها، وكانت تضغط عليها فتكثّفها، جاعلة منها صخوراً طينية وطفلية . ثم كان يأتي الضغط والحرارة الناجمة عن انطمار هذه الرواسب يساعدان على انجاز العملية البكترية التي كانت تسفر، في آخر الامر، عن تكوّن هيدروكربونات .



النفطية اكتشاف حقول النفط والغاز في بحر الشمال بين بريطانيا والنروج . ففي عام ١٩٦٥، تمّ في هذه المنطقة اول اكتشاف للغاز الطبيعي، وكانت الحقول المكتشفة من اهم الحقول المعروفة، وفي شهر تشرين الثاني من عام ١٩٧٠، تمّ ايضاً اكتشاف اول حقل نفطي عند شاطىء النروج الجنوبي الغربي؛ بعد ذلك بقليل، اكتشفت شركة البترول البريطانية اول حقل للنفط في بحر الشمال.

ندرة النفط والغاز

تكوّنت الهيدروكربونات خلال حقب التطور العضوي. وما يزال حتى اليوم يتكون منها بعض الكميات، لكنها كميات قليلة ولا تكفي لسد النقص في احتياطي النفط الحالي . فمقدرة الطاقة الشمسية على تحويل الرواسب العضوية الى نفط هي بطبيعتها ضعيفة جداً وبطيئة للغاية . فقد تطلبت عملية ترسب المواد العضوية وتجمّعها في مكان واحد الملايين من السنين. كما اقتضت عشرات الملايين من السنين عملية تحويل تلك المواد فيما بعد الى نفط كان يتسرب معظمه نزاً من خلال التربة ويضيع . فضلاً عن ذلك، لا يمكن، في الوقت الحاضر وبالوسائل العادية استخراج اكثر من ٣٠٪ من النفط الموجود في الآبار المستثمرة .

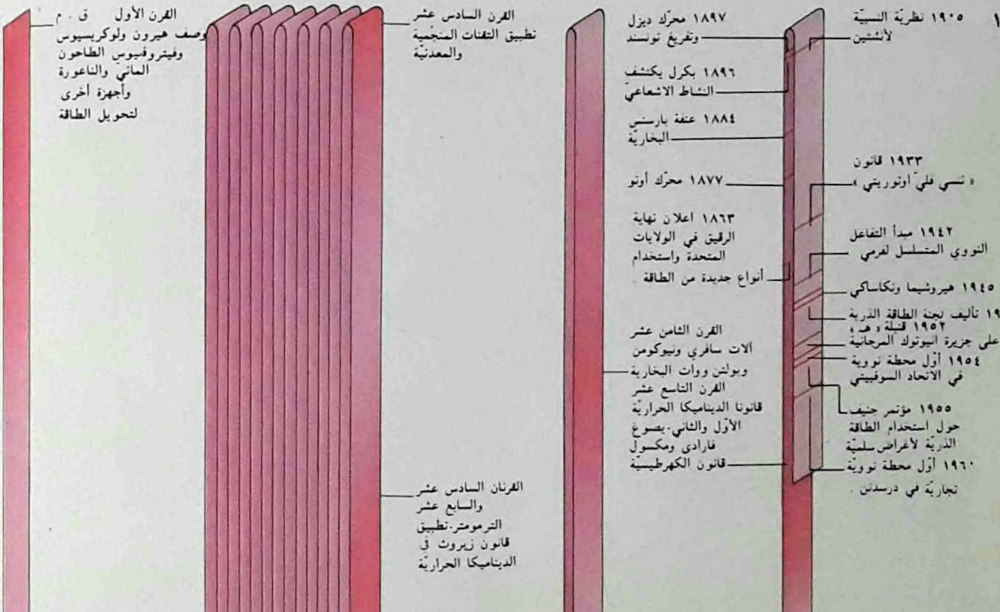
مصادر الطاقة

استغرقت موارد الطاقة التي يستخدمها الانسان اليوم عدة ملايين من السنين لتتكوّن (٩) . فالفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي ، وهي انواع من الوقود الأحفوري المحتوي على طاقة شمسية وصلت الى الارض منذ ٥٠٠ مليون سنة على ما يظن . نجمت عن مواد نباتية اقتضى اعدادها ملايين السنين .

الطاقة من الفحم الحجري

يبدو ان المعرفة الدقيقة لكميات الفحم الموجودة في جوف الارض شبه مستحيلة . الا ان التقديرات المعقولة تشير الى احتمال وجود حوالى ٦٠٠٠٠ مليون طن من الفحم الذي

١



(١) – جاء نمو نظام الطاقة العالمي نتيجة لتعاقب سريع من الاكتشافات العلمية والتقنية . فقد استغرق الانتقال من القوة العضلية والاحتراق العادي للحطب الى المحطات المتطورة التي تغذيها حرارة الفحم الحجري آلاف السنين . لكن الانتقال من المحطات التي تعمل على الفحم الحجري الى المفاعلات النووية لم يستغرق وقتاً طويلاً . يشير اختبار الاحداث الواردة هنا الى الخطوات المختلفة التي ادت الى الوضع الحالي . بينما كان المهندسون الاوائل يبنون مراجلهم العاملة على الفحم بدون اللجوء الى العلم . قام اهم تقدم خلال القرون الاربعة الاخيرة على اكتشافات الانسان العلمية . ولاسيما اكتشافات الطاقة . التي بلغت ذروتها بانتاج الطاقة الذرية والنووية واستعمالها .

---

(٢) – خلال العصور . طوّر الانسان مصادر الطاقة . كانت

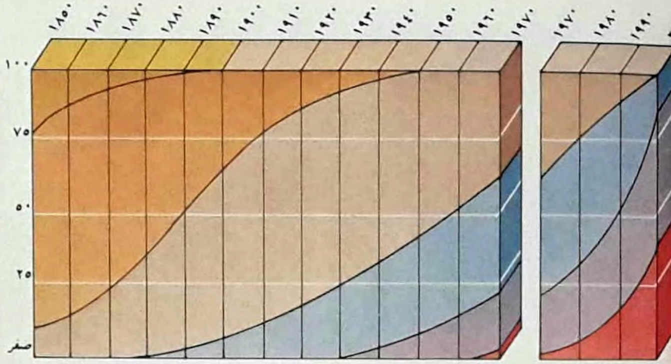
يمكن استخراجه باستخدام التقنات المتوفرة اليوم · لتكوين فكرة عن المدى المعقول لدوام هذه الكمية من الفحم. نشير الى ان صناعة استخراج الفحم العالمية كانت تستخرج حتى بدء السبعينات ٢٠٠٠ مليون طن من الفحم القاسي في السنة · بلغ نصيب الولايات المتحدة ٢٥ ٪ من هذه الكمية. فيما كان انتاج الفحم في اوروبا دون المستوى الامريكي · يتضح من هذه الارقام ان باستطاعة صناعة الفحم ان تستمر. لا بل ان تزدهر. خلال القرن الآتي ولربما بعد ذلك بسنوات عديدة ·

التوقعات بشأن النفط

يؤمّن النفط اليوم نصف الطاقة المستهلكة عالمياً. في حين ان خمس هذه الطاقة يأتي من الغاز الطبيعي ·

يبدو المستقبل البعيد لصناعتي النفط

٢



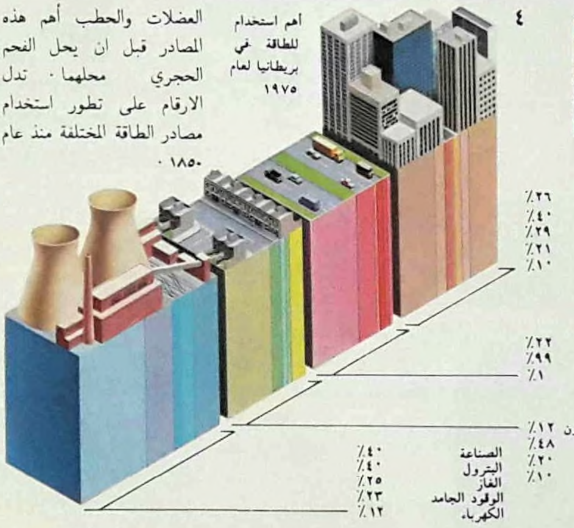
العضلات والحطب أهم هذه المصادر قبل ان يحل الفحم الحجري محلهما · تدل الارقام على تطور استخدام مصادر الطاقة المختلفة منذ عام ١٨٥٠ ·

٣



(٣) – تحتوي انواع الوقود المختلفة على كميات مختلفة من الطاقة · يدل الرسم البياني على كمية الطاقة التي ينتجها احتراق وزن عياري من الوقود ·

٤



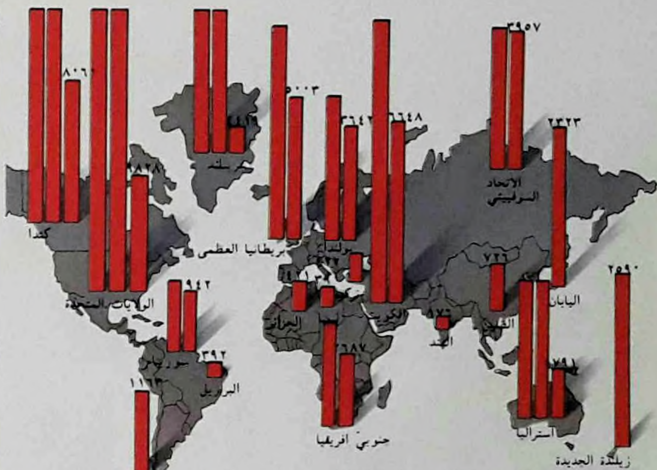
(٤) – تستهلك المملكة المتحدة ٣٫٩٦٪ من الطاقة العالمية. يحتاج البريطانيون الى استهلاك كميات كبيرة من الطاقة للمحافظة على مستواهم المعيشي · في المملكة المتحدة. تستهلك القطاعات الصناعية والتجارية والسكنية وقطاع النقل كميات كبيرة من الطاقة. يؤمّن النفط والغاز الطبيعي ٤٤٪ منها ·

والغاز اقل اشراقاً من صناعة الفحم الحجري · فاحتياطي النفط . بالنسبة للطلب . اقل بكثير من احتياطي الفحم · لقد قدر مؤخراً مخزون النفط العالمي بحوالى ٩٠٠٠٠ مليون طن . وفي عام ١٩٧٣ بلغ الانتاج ٢٧٦٥ مليون طن · من الواضح انه اذا استمر الانسان في استهلاك النفط بالسرعة التي استهلكه بها في الماضي القريب . واذا لم تكتشف حقول جديدة كبيرة . فان صناعة النفط ستتعرض للانقراض في الربع الثاني من القرن الحادي والعشرين ·

المصادر الاخرى للطاقة

الكهرباء المولدة بالطاقة المائية مصدر طاقة جذاب (٦) · فهو يتجدد بانتظام بتساقط الثلوج والامطار . وهكذا تبقى محطات توليد الكهرباء بالطاقة المائية غير متوقفة على وقود قابل للنفاد· لكن لسوء الحظ .

٥



استهلاك الطاقة بالكيلوغرامات وبالشخص الواحد .

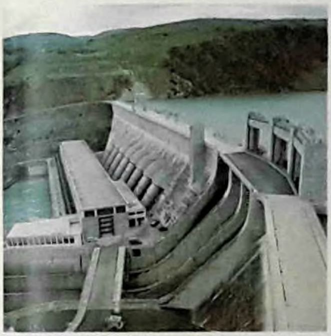
(٥) ـ يختلف استهلاك الطاقة اختلافاً كبيراً باختلاف شعوب العالم · الولايات المتحدة اكبر مستهلك للطاقة بالنسبة الى الفرد من السكان . لكنها تنعم ايضاً باغنى موارد للطاقة · ويستهلك البريطانيون ايضاً كميات كبيرة من الطاقة . لكن عليهم ان يستوردوا قسماً كبيراً منها · تستورد اوروبا النفط من الشرق الاوسط ومن بلدان اخرى منتجة له ·

(٦)ـ الطاقة الهيدروكهربائية مصدر طاقة متجدد يغذيه الماء المخزون في سد · في بعض البلدان . تؤمن القوة الهيدروكهربائية قسماً كبيراً من الطاقة · فقد بلغ هذا القسم في السويد ٧٧ ٪ عام ١٩٧٣ ·

(٧) ـ تأتي الطاقة الحرارية الارضية من حرارة الارض الجوفية التي تغذي الحمأت الفوارة والينابيع البخارية · تستعمل هذه المياه والابخرة في زيلندة الجديدة وايطاليا واسلندة لتوليد الكهرباء ·

(٨) ـ تعلق الانسانية اكثر آمالها حول الطاقة على امكانية استعمال وقود نووي تنتجه محطات للطاقة · الاورانيوم هو أهم مصدر طبيعي للوقود · يوجد في اكثر الصخور . لكن بكميات ضئيلة من المليون . كما يوجد

٦



٧



٨



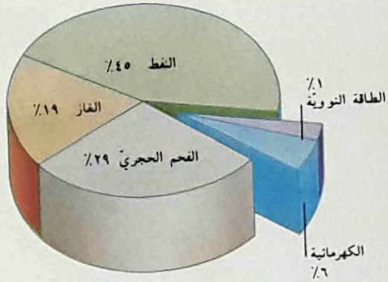
تقع معظم المراكز الهيدروكهربائية التي يمكن استثمارها في مناطق نائية من العالم فيها الطلب على الطاقة قليل . هناك اكثر من ٦٠ مشروعاً هيدروكهربائياً حول العالم ، تبلغ قوة انتاجها ١٠٠٠ مليواط او اكثر ، منها ما هو عامل الآن ومنها ما هو مخطط لمستقبل قريب .

تنتج اليوم محطات القوة الهيدروكهربائية اكثر مما تنتجه محطات القوة النووية في العالم (التي انتجت عام ١٩٧٤ من الطاقة ما يعادل احتراق ٦٠ مليون طن من النفط) . لكن مردود الطاقة النووية يزداد سنة بعد سنة ، ولن يمضي وقت طويل حتى تتفوق على الطاقة الهيدروكهربائية .

تتوقف كمية الكهرباء التي يمكن توليدها من الاحتياطي العالمي للاورانيوم (٨) وانواع الوقود النووي الاخرى على نوع المفاعلات النووية المستعملة . فأحد هذه المفاعلات ، وهو « المفاعل المولِّد » السريع ، يستطيع ان ينتج حوالى ٦٠ ضعفاً من الطاقة التي ينتجها الوقود ذاته في مفاعل حراري عادي . لذلك يجدر التنبيه الى انه بدون « المفاعلات المولِّدة » ، التي ما تزال تحتاج الى تطوير لتبلغ مرحلة تجارية ، فقد يجد العالم نفسه ، قبل ٤٠ سنة ، امام نفاد الاورانيوم اذا لم يكتشف له مصادر غير مصادره الحالية .

تستخرج الطاقة الحرارية الارضية (٧) من الحرارة المخزونة في باطن الارض والتي كان معظمها وما يزال ينجم عن التحلل البطيء للعناصر ذات النشاط الاشعاعي الذي يحدث طبيعياً في جميع الصخور . يعادل مردود محطات الحرارة الارضية مجتمعة كمية الطاقة تقريباً التي ينتجها مفاعل نووي كبير واحد . تملك ايطاليا واليابان وزيلندة الجديدة والولايات المتحدة والمكسيك اقوى الانشاءات قدرة على توليد الكهرباء من الحرارة الارضية . من الممكن تسخين الماء بالحرارة الارضية . ففي زيلندة الجديدة ، تستعمل المياه المسخنة بالحرارة الارضية في صناعة الورق . كما تقوم التدفئة كليًا تقريباً في ريكيافيل عاصمة اسلندة على مياه تستخرج من الابار الحارة وتنقل الى الابنية في انابيب وفقا لقانون السريان بالجاذبية .

٩



ايضاً في ماء البحر . غير انها قليلة كتل الاركزة التي تحوي من الاورانيوم كميات كافية لتجعل استخراجه عملية اقتصادية رابحة . فضلاً عن ذلك ، يبقى هذا المعدن مهدداً بالنضوب ما لم تثمر التنقيبات عن مناجم جديدة له .

(٩) ـ تدل (في الرسم) الكميات النسبية لمصادر الطاقة المختلفة المستثمرة في العالم عام ١٩٧٤ على نفعها وتوافرها وأكلافها . اهم مصدر للطاقة الى حد بعيد هو النفط الذي شكّل عام ١٩٧٤ حوالى نصف الاستهلاك العالمي . لم يأت الفحم الحجري ، الذي كان في اساس الثورة الصناعية ، الا في المرتبة الثانية ، لكن مستقبله على المدى البعيد سيفوق مستقبل النفط ، لأن احتياطيه سيدوم أكثر من احتياطي النفط . الغاز الطبيعي وقود نظيف وشعبي ، لكنه قد يكون أول وقود احفوري معرّض للنفاد . الطاقة الهيدروكهربائية هي أكثر ما يوافق المناطق الجبلية ، وهي مصدر طاقة متجدد . اما الطاقة النووية التي تؤمّن منها الآن المفاعلات النووية ١ ٪ فقط ، فهي الطاقة المعدّة لمستقبل مرموق . لم تكن هذه الطاقة لتظهر في رسم بياني من هذا النوع في عام ١٩٤٦ .

الطـاقـة في المستقـبل

هل هناك ازمة طاقة ؟ مبدئيا كلا . ذلك ان كمية الاحتياطي العالمي المعروفة من الطاقة يفوق بكثير ما يكفي لسدّ جميع حاجات الانسان المتوقعة الى ما لا نهاية له . شرط ان يحسن الانسان معالجة مصادر هذه الطاقة (١) .

انواع الطاقة الكامنة

بامكان مصادر الطاقة الكامنة في صخور النفط البركانية . والرمال القطرانية ، والامواج ، والمد والجزر ، والرياح ، والالتحام النووي ، فضلا عن مصادر طاقة الارض والشمس الحرارية ، ان تنتج مبدئيا اكثر بكثير من الطاقة التي يمكن ان يحتاجها العالم . لكن هناك مشكلات عويصة لا بد من حلّها لاستثمار هذه المصادر استثمارا

١



(١) ـ مصادر الطاقة البديلة موزعة في العالم بكميات متفاوتة . في شمالي القارة الامريكية اوفر نصيب من هذه المصادر . وذلك عائد الى رواسب الطفل النفطي في كولورادو والرمال القطرانية في ألبرتا والاشعاع الشمسي القوي وامكانيات الحرارة الارضية الواسعة في القطاع الغربي من الولايات المتحدة المتميز بجيولوجية ناشطة . لبريطانيا افضل مواقع للمد والجزر في العالم عند مصب نهر سيفرن . حيث يرتفع المد والجزر وينخفضان اكثر من ستة امتار في اليوم . ولها مستقبل زاهر في الطاقة الموجية بفضل ٤٨٠٠ كلم من الامواج المتدافعة عند ساحلها الغربي .

---

(٢) ـ لو كان العالم يتوقف على الطاقة الشمسية وحدها . لكان الذين يعانون من ذلك اكثر من سواهم هم الذين يتمتعون بمستوى معيشي رفيع في المناطق الشمالية . على سبيل المثال . سيحتاج المواطن البريطاني الى حاشدة شمسية مردودها ١٠٠ ٪ والى مساحة تربو على ٤٦٠ م٢ ليحصل على كمية الطاقة التي يستخدمها اليوم ، وسيحتاج ساكن غرينلند الى حاشدة اكبر والى ما لا يقل عن ٦٠٠ م٢ ، وسيحتاج الامريكي الى مساحة اكبر ايضا لانه يستهلك الطاقة على نطاق اوسع بالرغم من قوة الاشعاع الشمسي في الولايات المتحدة .

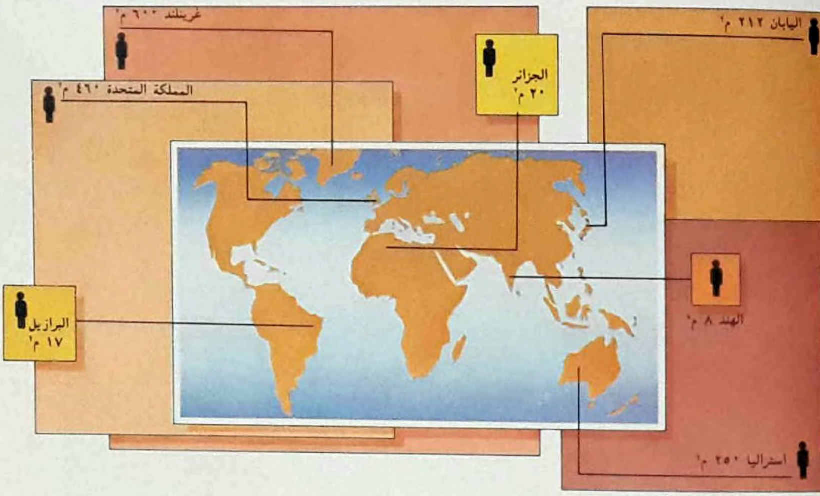
---

(٣) ـ الالتحام تفاعل نووي يحدث بين عناصر اعدادها الذرية صغيرة . وهو يؤذي الى اعادة تنظيم الجزيئات واعتاق الطاقة الناجمة عن ذلك . تكمن اهمية هذا الالتحام . كمصدر للطاقة الكامنة . اولا في انه لا يخلّف وراءه نفايات ذات طاقة اشعاعية (وهذه هي العقبة في سبيل التفاعلات النووية

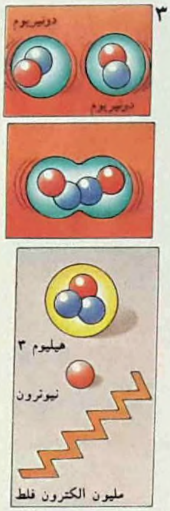
ناجحا . ليست هذه المشكلات مجرد مشكلات تقنية وحسب . بل هي ايضا من انواع اخرى .

اهم هذه المشكلات هي ان اكثر مصادر الطاقة غير المستثمرة موزعة على سطح الارض على نطاق واسع . وليست مكدسة في طبقات واضحة المعالم . كطبقات الفحم الحجري والنفط والغاز . فنور الشمس ذاته . المنتشر في العالم بأسره . كان لوحده كافيا لتلبية جميع الحاجات لو لم يكن متشتتا (٢) ؛ وبما انه من الصعب تغطية مساحات الارض الواسعة بحاشدات شمسية . فليس من مجال في الوقت الحاضر الى استعمال اكثر من كمية ضئيلة من الطاقة الشمسية . كذلك طاقة الامواج (٤) او الرياح (٨) عظيمة . لكنها هي ايضا منتشرة الى حد ان تجميعها يقتضي اما انشاءات ضخمة للغاية او الالوف من الانشاءات الصغيرة .

٢



٣



٤



الاخرى) ، وثانيا في ان كمية الطاقة التي ينتجها كبيرة (هذا التفاعل هو الذي يحصل في الشمس والنجوم) ؛ وثالثا في ان الوقود الضروري له متوفر (ينشأ الدوتيريوم طبيعيا بمعدل ذرة واحدة مقابل ٥٠٠٠ ذرة من الهيدروجين) . في هذا المثل (الرسم) تعطي نواتان من الدوتيريوم نواة واحدة من الهيليوم ٣ ونوترونا واحدا ومليون فلط الكتروني من الطاقة .

---

(٤) - للامواج قوة هائلة تستطيع بها تهديم مكاسر ماء وارصفة تزن آلاف الاطنان . انها اقوى ما تكون على سواحل المحيطات الكبرى . لانها تتوقف في آن واحد على شدة الريح وعلى المساحة التي تهب عليها فوق البحر . ترتفع الامواج وتنخفض بسرعة دون سرعة الريح . وتنتج طاقة دون طاقتها يصعب التقاطها .

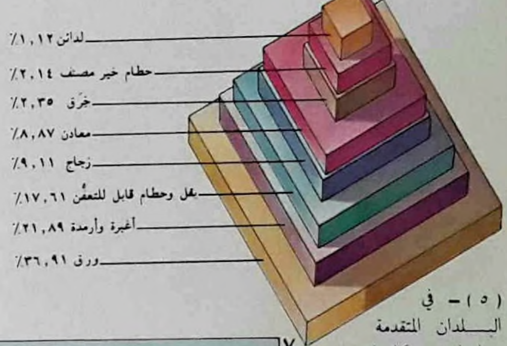
على سبيل المثال ، يتبين من تحليل صخور النفط البركانية في كولورادو ان مردود النفط الذي يمكن استخراجه منها لن يكون اكثر بكثير من كمية النفط التي تستهلكها معدات الاستخراج الميكانيكية ونقل الصخور والحرارة الضرورية لاستخراج النفط وتصفيته لكي يصبح صالحا للاستعمال ·

هناك صعوبة ثالثة ، هي ما يسمّيه علماء الاقتصاد مشكلة « السرعة والمقدار » · فاذا

توزع الطاقة البديلة وكلفتها

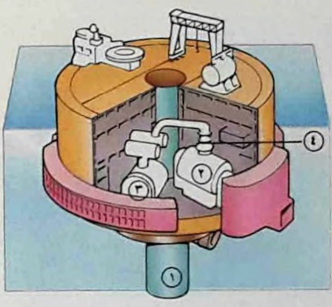
بما ان مصادر الطاقة البديلة موزعة ، فالمنشآت الكفيلة بتجميعها واستخدامها تتطلب اكلافا باهظة ، لا بل ان كمية الطاقة الضرورية لبناء هذه المنشآت قد تفوق كمية الطاقة الممكن استخراجها منها · لذلك لا بد من تحليل دقيق لقضية الطاقة في كل حالة على حدة ، للتأكد من ان توظيف الاموال سيكون مثمرا على صعيدي المال والطاقة ·

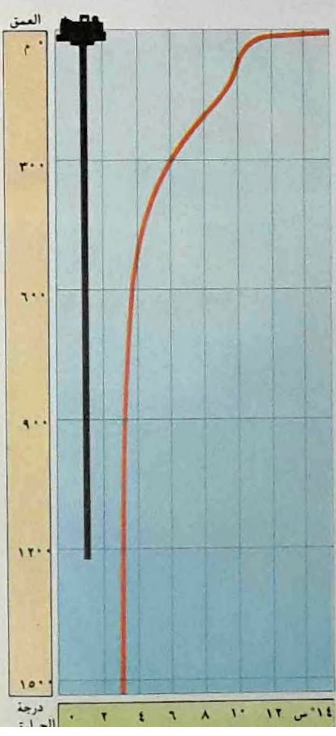
٥



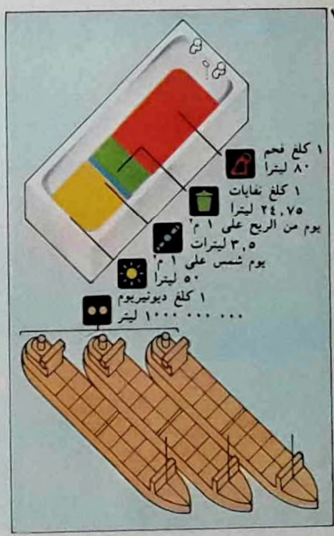
(٥) – في البلدان المتقدمة صناعيا تهدر كل اسرة يوميا كمية من الطاقة بشكل نفايات · فكمية الورق الذي تبدده الاسرة البريطانية كادت تتضاعف منذ عام ١٩٣٥ حتى بلغت ما يقرب من ٥ كلغ في الاسبوع ·

٦





٧



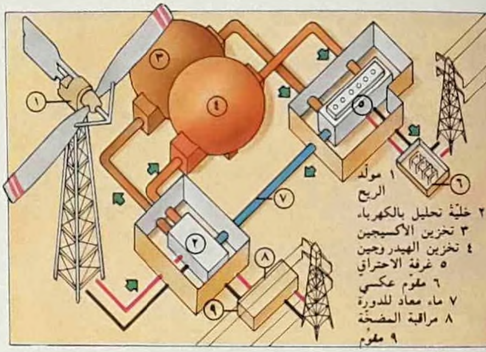
(٦) – تستخدم مصانع طاقة البحر الحرارية الفرق في درجات الحرارة بين الماء على سطح المحيطات وماء الاعماق الاكثر برودة منه · تظهر في الرسم البياني محطة توليد الطاقة عائمة على سطح الماء ومجهزة بأنبوب (١) يغوص في الماء الى عمق ١٢٠٠ م · يُضخ الماء البارد من الاعماق

اردنا تجنّب نفاد الطاقة . فليست الكميات الكامنة المتوفرة لدينا هي المهم ، بل المهم هو السرعة التي بها يمكن وضعها قيد الاستعمال .

طاقة الجاذبية والطاقتان الشمسية والنووية

تقسم المصادر الكبيرة للطاقة ، والتي لم تستثمر حتى الآن ، الى ثلاث فئات : الطاقة

٨



الى فوق. ويستخدَم لتكثيفَ غاز الامونياك في مبادل حراري (٢) . يسيل هذا الامونياك المائع الى مبادل حراري آخر (٣) حيث يتبخّر بفعل حرارة الماء السطحي ويعود الى موطنه الاصلي ليبدأ دورة جديدة . يحرك الامونياك . وهو يدور في هذا النظام المغلق . عنفة (٤) فيولّد كهرباء .

(٧) - عنصر الدوتيريوم الخفيف . الذي يمكن استخدامه في محطة الطاقة النووية . هو اكثر مصادر الطاقة البديلة تركيزا . فخمسون ميكروغراما من الدوتيريوم تعادل بطاقتها يوما كاملا من الاشعاع الشمسي المتوسط الشدة فوق مساحة متر مربّع .

(٨) - الريح مصدر للطاقة متقلّب لا يعتمد عليه . يتطلب استخدامه ايجاد وسيلة لتخزين الطاقة التي تحدثها الايام العاصفة لاستخدامها في الاوقات التي تكون فيها الرياح هامدة . تظهر في الرسم البياني احدى امكانيات هذه الوسيلة . تستعمل عنفة هوائية لتوليد الكهرباء . فتولّد هذه بدورها ، بتحليلها للماء . غازي الهيدروجين والاكسجين في جهاز التحليل الكهربائي ، ثم يتّحد الغازان في غرفة احتراق لتوليد الكهرباء .

المستمدة من الجاذبية الارضية ، والطاقة المستمدة من الشمس . والطاقة المستمدة من عمليات نووية .

المد والجزر هما المصدر الوحيد للطاقة الكامنة المستمدة من الجاذبية . فالقمر والشمس يجذبان ماء المحيطات جيئة وذهابا . فتولّد تلك الحركة طاقة للمنشآت الهيدروكهربائية في الاماكن التي يبلغ فيها مدى المد والجزر اقصاه .

تشمل مصادر الطاقة الشمسية الخشب العادي والفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي . وكلها نتجت عن الحياة النباتية والحيوانية التي لم يكن وجودها ممكنا لولا الشمس . يدخل في عداد هذه المصادر ايضا الطاقة الشمسية ذاتها . وبطريقة ضمنية ، الريح (٨) والامواج (٤) والكهرباء المائية وتدرّج المحيطات الحراري (٦) .

للطاقة النووية ثلاثة مصادر : الانشطار النووي المستعمل حاليا ، والالتحام النووي ، وطاقة حرارة الارض الباطنية . ينتج الالتحام النووي الطاقة عندما تلتحم نواتان خفيفتان لتوليد نواة واحدة اثقل منهما (٣) . وهذا ما لا يحدث حتى الآن الا في الشمس والنجوم الاخرى وفي القنبلة الهيدروجينية .

تأتي طاقة الحرارة الارضية من الحرارة التي تولّدها العمليات النووية الجارية على عمق في الارض . ما تزال هذه الطاقة محدودة الاستعمال الآن . لكن امكاناتها المستقبلية كبيرة . تعمل الآن منشآت الطاقة التي تسيّرها الحرارة الارضية على البخار في المناطق التي توجد فيها فوّارات ماء حار كإسلندة وزيلندة الجديدة .

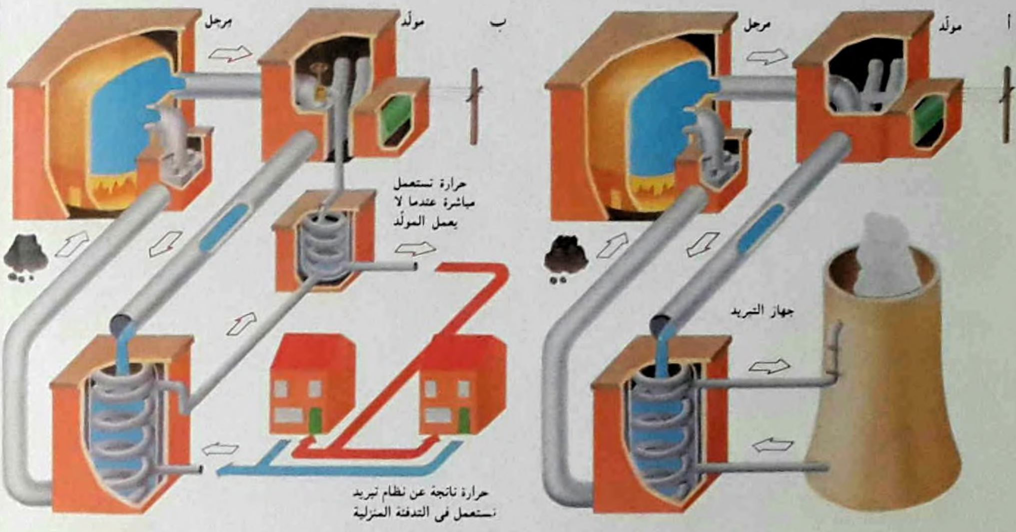
الموارد في خطر

تستعمل البلدان المتقدمة المواد الاولية بنسبة لم يسبق لها مثيل في تاريخ البشرية · فهي تستهلك الوقود الاحفوري والمعدنيات والمعادن والماء والخشب وحتى التربة كما لو كانت موارد لا تنضب او كان مخزونها دائم التجدد ·

غير ان اكثر موارد الارض ليست ايرادا للانفاق . بل هي رأس مال تكوّن خلال آلاف الملايين من السنين قبل ظهور الانسان على سطح الارض · فاذا ما استمر معدّل الاستهلاك الحالي . سينفذ رأس المال هذا خلال قرون معدودة ·

الى متى ستظل الموارد موجودة ؟

تتضارب الآراء حول معدّل السرعة الذي



(١) ـ تستعمل اليوم في مشاريع تدفئة الاحياء بالوقود الآخذ بالتناقص طرائق اكثر فعالية لتوفيره · ففي النظام العادي (أ) تولّد الكهرباء في محطة مردودها من ٣٥ الى ٣٨ ٪. وتتوزع على المنازل بمردود اقل ويستعمل ٥٥ ٪ من المردود المتبقّي للانارة والتدفئة · اما في نظام تدفئة الاحياء الحديث (ب). فيتمّ معاً في المحطة توليد الكهرباء والماء الحار او البخار . ثم توزع للاستهلاك في المنازل . الكهرباء في الشبكة العادية . والماء الحار أو البخار في انابيب معزولة · قد يبلغ مردود هذا النظام ٨٠ او ٨٥ ٪ اذا توافق طلب الحرارة وطلب الكهرباء ·

---

(٢) ـ قد يؤدي استثمار المواد البيولوجية . اذا لم يراقب . الى زوال بعض الانواع الحيوانية والنباتية من الوجود · فعندما وصل الماوريون الى زيلندة الجديدة وجدوا فيها موردا جاهزا للغذاء في بيوض هذا الطائر الضخم (٣.٥ م) ولحمه . وهو « الماو العملاق » او الدينورنيس . الذي ظلوا يصطادونه بوفرة حتى قضوا على نوعه في القرن السابع عشر · هذا ما حل ايضا بطائر الدودو في جزيرة موريس وبالحمائم الرحالة في امريكا الشمالية ·

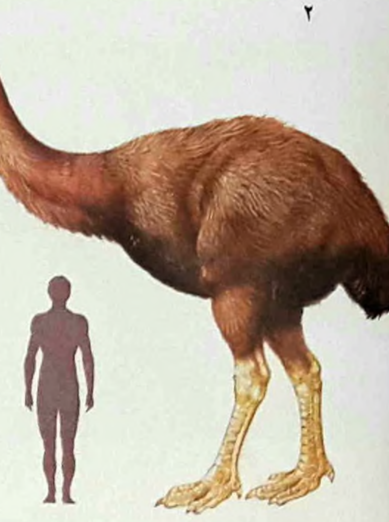
---

(٣) ـ استغرق تكوّن اكثر موارد الارض المعدنية ملايين السنين . ولم يستغرق استنفاد الانسان لقسم كبير منها اكثر من قرن · يبيّن الرسم البياني بعض المواد الاولية المستعملة في صنع شاحنة وتسييرها . كما يبيّن التواريخ التي يتعرّض فيها احتياطي هذه المواد للنفاد · تمّ حساب هذه

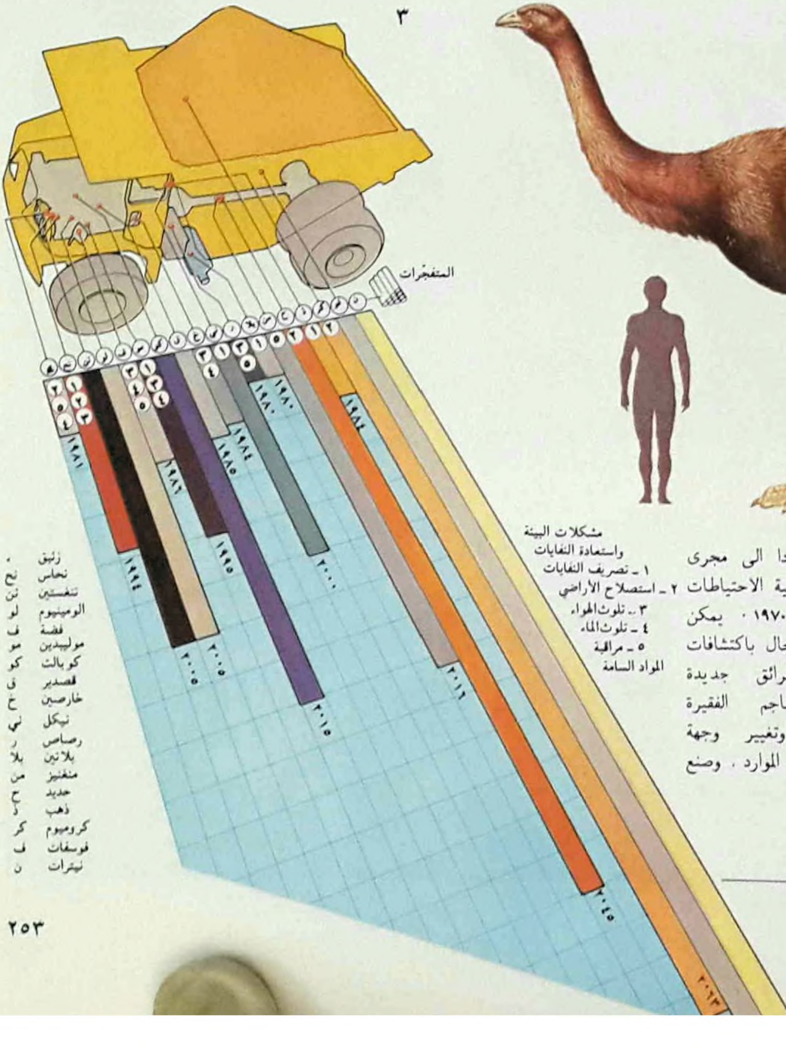
به مواردنا الارضية آخذة بالنفاد · فتقدير مدى استمرار اي مورد وقودي او معدني (٣) قد يختلف اختلافا كبيرا حسب المسلّمات المتخذة قاعدة لذلك التقدير · غير ان اكثر الخبراء وهيئات المسح ، بما فيها هيئة المسح الجغرافي الامريكية ، يعترفون بأن استهلاك الوقود والمعادن بالمعدّل الحالي لا يمكن ان يستمرّ الا لجيل او جيلين · يتوقف حساب عمر هذه الموارد (٣) على مخزون كل مورد بحد ذاته من جهة ، وعلى عوامل خفية من جهة اخرى ، كمستقبل الاقتصاد العالمي ، وامكانية العثور على موارد جديدة ، وتوزّع هذه الموارد جغرافيا ، وعلى مدى اطالة عمر اي منها في حال التقتير في استهلاكه (١ و ٥) او في حال تغيير وجهة استعماله ·

الى عهد غير بعيد ، كان استهلاك اكثر الموارد المعدنية يتزايد بسرعة كبيرة · فالطلب على النفط الخام مثلا كان يتضاعف كل عشر

٢



٣



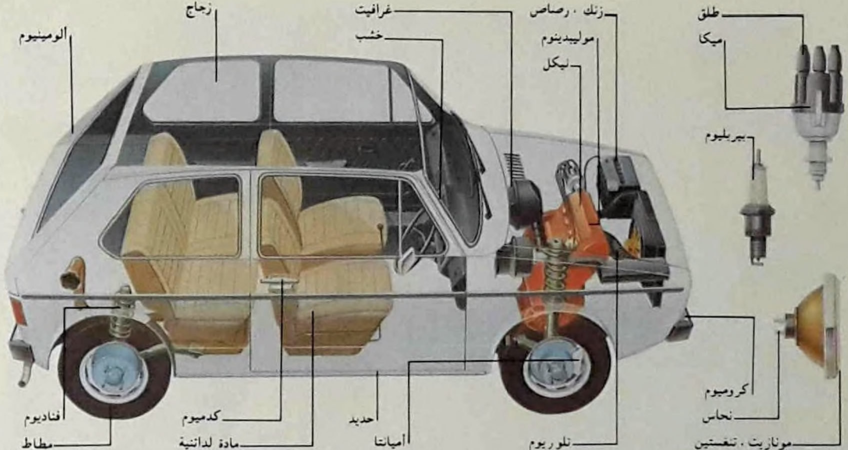
التواريخ استنادا الى مجرى الاستهلاك وكمية الاحتياطات المعروفة عام ١٩٧٠ · يمكن تأخير هذه الاجال باكتشافات جديدة ، وطرائق جديدة لاستثمار المناجم الفقيرة بالخامات ، وتغيير وجهة استعمال بعض الموارد ، وصنع موارد بديلة ·

سنوات . الى ان جاءت ازمة النفط عام ١٩٧٣ مع ما نتج عنها من هبوط اقتصادي . فخفّفت من حدة الطلب على الوقود والموارد المعدنية واوقفت تزايد الاستهلاك لأول مرة منذ عقدين · غير ان معظم الاقتصاديين يعتقدون بأن هذه الظاهرة ليست سوى هدنة موقتة في نمو الاقتصاد العالمي ·

مسألة مدى استمرار الموارد تتوقف الى حد كبير على استئناف النمو الاقتصادي او توقفه ·

فالنمو الاقتصادي يجعل الطلب على الوقود والمعدنيات كبيرا جدا . كما حدث بين عامي ١٩٦٠ و ١٩٧٠ اذ عادل استهلاك النفط الخام في تلك الفترة وحدها كل ما استهلك منه في المدة الممتدة بين تاريخ حفر اول بئر عام ١٨٥٩ وعام ١٩٦٠ · ان هذا التزايد في سرعة النمو الاقتصادي يحتّم استمرار التنقيب عن منابع جديدة لهذه الموارد للتمكن من تلبية الطلب عليها ·

٤



(٤) – يتوقّف صنع آلة كثيرة الاستعمال . كالسيارة مثلا . على عدد كبير من المعدنيات والمواد الاولية · تدخل بعض هذه المواد كالحديد والزجاج في صنع هياكل السيارات . فيما يستعمل غيرها كالتلوريوم والميكا لصنع الاطارات والدهان · هذا المزيج من المواد المختلفة يجعل اعادة استعمالها في غاية الصعوبة عندما تصبح السيارة غير صالحة للاستعمال ·

٥



٦



اسباب التشاؤم

لكن هناك بعض الاسباب التي تنذر بأن المتشائمين لن يظلوا دائما على خطأ · السبب الاول هو ان المواد المعدنية موزعة على سطح الارض بصورة غير متساوية · ففي ظروف او شروط متعادلة ، يكون استثمار المنجم الغني بالمواد الخام اربح من استثمار المنجم الافقر . وهذا ما يفسّر ان اغنى المناجم قد استثمرت حتى الآن ، مما يجعل ضروريا اليوم استثمار المناجم الاخرى التي هي اقل كثافة واصعب بلوغا ، الامر الذي يزيد في النفقات ويقلل من المردود · كان الجيولوجيون يعللون انفسهم في الماضي بالاعتقاد ان كمية المعدن الخام تزداد بتدنّي نوعيته ، وان هناك من الخامات الوضيعة بالتالي ما يفوق الخامات الثمينة بمقدار ١٠ اضعاف الى ١٠٠ ضعف · اتضح فيما بعد ان هذا القول ينطبق على بعض المعادن فقط ومنها النحاس ·

السبب الثاني من اسباب التشاؤم هو ان استثمار المعدنيات الوضيعة يتطلب الكميات ذاتها من الطاقة التي يتطلبها استخراج المعادن الثمينة · وبما ان الطاقة معرضة للنفاد ، فمن المستبعد ان تستمر هذه العملية على مدى طويل · ينطبق هذا ايضا على استخراج المعادن والمعدنيات الاخرى من البحار · صحيح ان المحيطات تحتوي على كميات ضخمة من الموارد المعدنية ، لكن اكثرها يتركز في تجمعات صغيرة الى درجة ان كلفة استخراجها تبدو فاحشة ·

العوامل الجغرافية والسياسية

هناك صعوبة اخيرة تتعلق بجغرافية الموارد · فعندما تكون موارد اساسية محصورة بين ايدي بعض البلدان ، فمن السهل على هذه ان ترفع اسعارها او تكثر او تقل من استثمارها لاعتبارات اقتصادية او حتى سياسية · هذا ما حصل في سوق النفط ، وقد يمتد في المستقبل الى اسواق كثيرة اخرى ، كالتنغستين الذي تسيطر الصين على ٧٥ ٪ من مناجمه العالمية المعروفة ، والكروم الذي يسيطر جنوبي افريقيا على ٧٨٪ منه ، والزئبق الذي تسيطر اسبانيا على ٣٣٪ منه ·

٧



(٥) ـ غالباً ما يتخلّص مستخرجو النفط من الغاز الطبيعي بإشعاله ، منذ ان اصبح سعره لا يكفي لتبرير جمعه وتوزيعه على المستهلكين · لكن من شأن هذا الغاز ، اذا ما استعملت طاقته بطريقة صحيحة ، ان يلبّي كثيرا من الحاجات المنزلية وبعض الحاجات الصناعية ، لأن قدرته الحرارية تفوق قدرة غاز الفحم ·

(٦) ـ تهدر صناعة ادوات التعبئة والتعليب والتغليف كثيرا من الموارد التي ليس من الممكن اعادة استعمالها · الفولاذ المستعمل لصنع العلب متوافر ، لكن القصدير الذي تطلى به تلك العلب اصبح نادرا

(٧) ـ السيارة من اكثر الالات استهلاكا للطاقة · فهي عادة قوية وثقيلة اكثر من المطلوب وتحمل اقل من قدرتها على الاستيعاب · فضلا عن ذلك ، لا تحوّل الى حركة الا القليل من الحرارة التي يولدها وقودها ·

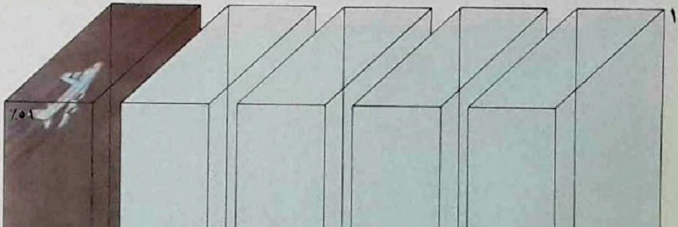
التلوّث الجويّ

الهواء الصافي ، غير الملوث ، مزيج من عدة غازات تحتوي على جسيمات دقيقة عالقة فيها . من حيث الحجم ، يتألف الهواء على وجه التقريب من ٧٥ ٪ من الأزوت و٢١ ٪ من الاكسيجين ، ومن كميات ضئيلة من الغاز الفحمي والارغون ، ومن آثار بعض الغازات الاخرى ، ومن بخار الماء بنسب تختلف باختلاف درجة حرارة الهواء وبما طرأ عليه منذ انطلاقته من موطنه الاول . الجسيمات ، وهي التي كثيرا ما تجعل الهواء مرئيا وتلوّن الغيوم والسماء ، تحتوي على قطرات دقيقة من الماء (كما في انواع الضباب والغيوم المنخفضة) ، وعلى بلّورات جليد (كما في الغيوم المرتفعة) . قد تحتوي الريح الهابة من

٢



١



(١) ــ تظهر في هذا الرسم البياني الاسباب الرئيسية للتلوث الجوي ومعدلاتها النسبية . تسهم فيها الغازات والمواد الاخرى الصادرة عن وسائل النقل بنسبة ٥١ ٪ . تتبعها في الدرجة الثانية التلوثات الناجمة عن المواقد المنزلية وحرائق الغابات والنيران الاخرى المشتعلة في الهواء الطلق ودخان المصانع والدخان المتصاعد في احراق النفايات المنزلية .

(٢) ــ عرّضت الانفجارات النووية في الجو الانسان الى كميات من الاشعاعات المضرة . معلوم ان النباتات تمتص السترونسيوم ٩٠ المنتشر في الجو ، فترعى المواشي الاعشاب الملوثة ، ثم يتناول الناس اللبن واللحم المحتويين على السترونسيوم ٩٠ فيحل هذا السمّ جزئيا محل الكلسيوم

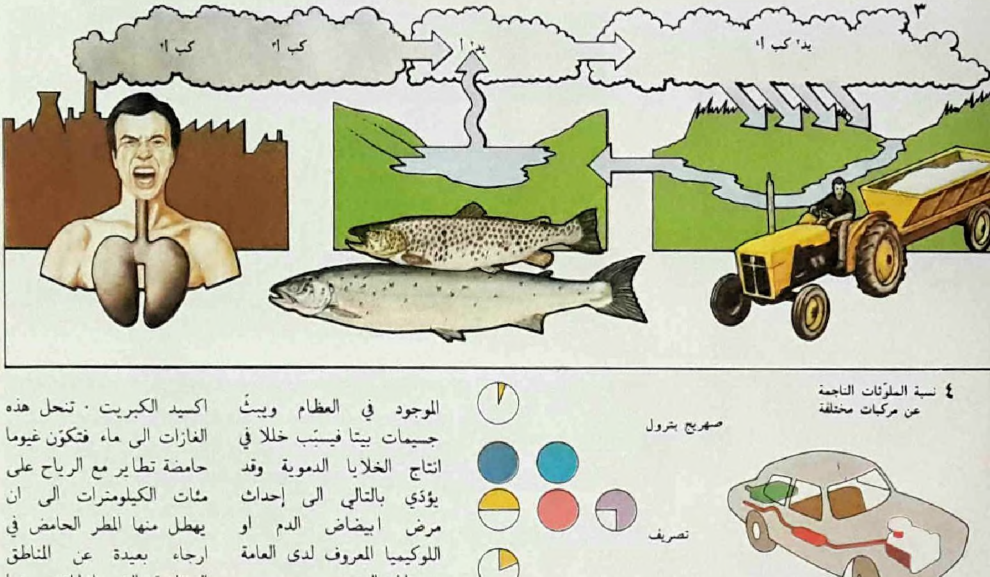
البحر على بلّورات ملح . كما قد تنقل الريح العاصفة فوق الارض غبارا وحبّات رمل وذرّات لقاح النبات وأبواغا ومواد اخرى عضوية وغير عضوية ·

اسباب تلوّث الجوّ

ينتج التلوّث عن النشاطات البشرية (١) خصوصا · فهواء المدن والمناطق الصناعية ينطوي على تجمّع غير عادي من الغازات النادرة الغريبة عن الجو . كما يحتوي على عدد كبير من الجزيئات التي تثقل الهواء وتخفّف الرؤية · من شأن الهواء الملوّث ، وقد يكون احيانا غير صالح للتنشق . ان يلحق الضرر بجميع الكائنات الحية ؛ فهو يضرّ بصحتنا ويفسد بيئتنا ويعمل على تأكّل الابنية ويعرّض المزروعات للخطر ·

السبب الرئيسي لتلوّث الهواء هو الافراط في احراق الوقود الاحفوري · في القرن التاسع

٣



٤ نسبة الملوّثات الناجمة عن مركبات مختلفة



الموجود في العظام ويبثّ جسيمات بيتا فيسبّب خللا في انتاج الخلايا الدموية وقد يؤدّي بالتالي الى إحداث مرض ابيضاض الدم او اللوكيميا المعروف لدى العامة بسرطان الدم ·

---

(٣) ـ المطر الحامض ، الذي يعتقد انه ناشىء عن التلوث الصناعي في اوروبا الغربية ، يلحق في سكندينافيا اضرارا بالابنية والغابات والينابيع وبصحة الانسان ... فثاني اكسيد الكبريت ، المتكوّن من احتراق الفحم والزيوت ، يتأكسد في الجو مولّدا ثالث اكسيد الكبريت · تنحل هذه الغازات الى ماء ، فتكوّن غيوما حامضة تطاير مع الرياح على مئات الكيلومترات الى ان يهطل منها المطر الحامض في ارجاء بعيدة عن المناطق الصناعية التي انطلقت منها الغازات في بادىء الامر ·

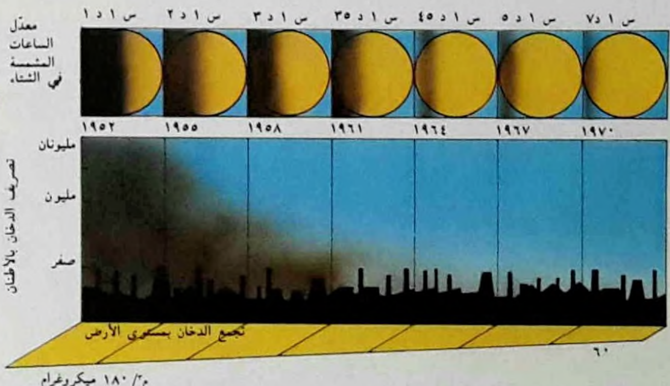
---

(٤) ـ تنطلق من السيارة ، وهي السبب الرئيسي للتلوث الجوي ، اكسيدات الازوت وهيدروكربورات لم يكتمل احتراقها واكسيد الكربون ومركّبات الرصاص وجسيمات الاميانت ·

عشر ومطلع القرن العشرين . كان الفحم المحروق في المواقد المنزلية والافران الصناعية ومراجل القاطرات يصبغ بالسواد مدن اوروبا وامريكا الشمالية . اما اليوم . فما ينبعث من المنتجات النفطية . ولاسيما من البنزين وزيوت الغاز . انّما يفسد الهواء في هذه المدن .

من شأن الوقود المحروق . ولاسيّما في الداخن وفي المحرّكات غير المحاطة بعناية كافية . ان تطلق في الهواء عناصر تلويث اهمها الانهيدريد الكبريتي . هذا الغاز . السهل الذوبان في الماء . يكوّن محاليل حمضية تقضي على النباتات وتحتّ الابنية . يمكن ايضا ان تتكوّن . في فرن صناعي او في اسطوانة محرّك . بفعل حرارة مرتفعة . انواع من اكسيد الأزوت وهي غازات خانقة تولّد . هي ايضا . محاليل حمضية وتسهم . مع نور الشمس . في تكوين الضباب الكيميائي الضوئي (السموغ) الذي يكثر وجوده في





« السموغ » المؤذي في شتاء ١٩٥٢ فهبّت الحكومة لمجابهته . فاصدرت في عام ١٩٥٦ « قانون نظافة الهواء » الذي حدّ بفعّالية من انتشار الدخان . وحسّن الهواء في غضون سنوات معدودة . منذ عام ١٩٦٥ تقريبا . انفقت الصناعة البريطانية ٤٠٠ مليون ليرة سترلينية في مكافحة التلوث دون ان تلحق ضررا اقتصاديا بالانتاج . حصل آخر سموغ في لندن عام ١٩٦٢ . ومنذ عام ١٩٥٠ . زاد عدد الساعات المشمسة في الشتاء . كما يظهر في الرسم البياني .

٦



(٥) - تعطي بريطانيا العظمى مثلا جيدا على ردّات الفعل التي تثيرها حالة التلوث الجوي المزمنة في بلد صناعي . ففي القرنين الثامن عشر والتاسع عشر . كان الفحم . الذي كان يغذّي المواقد المنزلية والمصانع . يترسب على الابنية ويتلف النباتات ويعرّض حياة السكان للخطر . بقيت الحال على هذا المنوال الى ان ظهر خطر

(٦) - وقع ٤٠٠٠ شخص ضحية « السموغ » في لندن عام

لوس انجلوس (٦) .

دور السيارة في التلوّث

يحتوي البنزين المستعمل في سيارات اكثر البلدان على مركّبات رصاصية تنشرها غازات التصريف بكثرة في الجو (٤) . هذا هو ايضا شأن اكسيد الكربون الناجم عن احتراق الهيدروكربورات . قد تبلغ هذه المواد السامّة درجة من التركيز تشكّل خطرا على صحة سكان المدن .

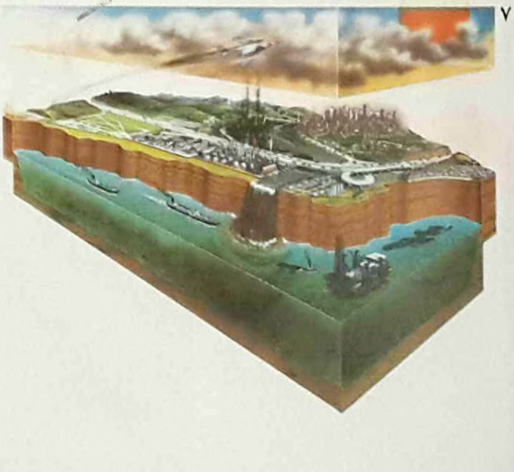
من ناحية اخرى ، بامكان ألياف الأميانت المتطايرة من بطانات مكابح السيارة ان تحدث تهيجا مزمنا في الرئتين قد يتحول الى سرطان او الى امراض تنفسية اخرى . كذلك يتسمّم الهواء الذي نتنشّقه بفعل الياف الاميانت التي تفرزها مواد البناء المانعة للاحتراق وبفعل الغازات والجسيمات الناجمة عن الصناعات الكيميائية ، من أمونياك ومركّبات الزئبق والزرنيخ وغيرها من الملوّثات .



١٩٥٢ . ما يزال هذا الضباب الدخاني رهيبا في اليابان وفي الولايات المتحدة وخصوصا في منطقة لوس انجلوس (التي ترى هنا) . في البلدان الحارة ، يتكوّن السموغ انطلاقا من اكسيدات الازوت والهيدروكربونات التي تتعرض لتفاعلات كيميائية ناجمة عن ضوء الشمس . السموغ الكيميائي الضوئي السام يسبب موت الاشخاص المصابين بأمراض تنفسية .

(٧) ـ التلوث مشكلة عالمية لها اثرها في الارض والانهار والبحر والجو . هذه المشكلة تثير القلق ، لاسيما في البلدان الصناعية ، حيث ترمى النفايات وتتراكم منذ اجيال دون الاكتراث بأثرها في البيئة .

٧



المصادر الاخرى للتلوّث

يضاف الى كل ذلك الجسيمات ذات النشاط الاشعاعي التي تنشرها في الهواء التجارب النووية العسكرية واستعمال الطاقة الذرية لاغراض سلمية (٢) . كذلك تسهم الرشوش الكيميائية لحماية المزروعات في تسميم الجو محليا ، فتقضي بذلك احيانا على بعض النباتات والحيوانات التي جاءت لحمايتها .

من الممكن مكافحة التلوّث الجوي الى حد بعيد . فقد توصل التشريع في البلدان المصنّعة الى الحد من انبعاث عوامل التلوث عن المواقد ومداخن المصانع فنجح بذلك في تحسين نوعية الهواء . كذلك وضعت في المصانع الحديثة اجهزة لتنقية الهواء من الملوّثات ، وتجري محاولات لتخفيف التلوث الناجم عن السيارات والطائرات . لكن الثمن الذي يترتب على انسان العصر الصناعي ان يدفعه لتحسين نوعية حياته او المحافظة عليها هو ثمن باهظ . فهل هو مستعد لاجراء التحويلات الضرورية في طرق إنفاقه الاقتصادي ؟

سوء استعمال الأراضي

عندما كان الكاتب الأمريكي مارك توين يستشار حول توظيف مالي كان يجيب : « اشتروا أراضي . فقد توقف صنعها » . بالحقيقة لم يتوقف اليوم صنع الاراضي وحسب . بل يبدو أيضاً انها اصبحت تستعمل في اغلب الاحيان بطريقة تلحق الضرر أكثر فأكثر بسكان الارض جميعاً . ان لم يكن حالياً ففي المستقبل بلا ريب .

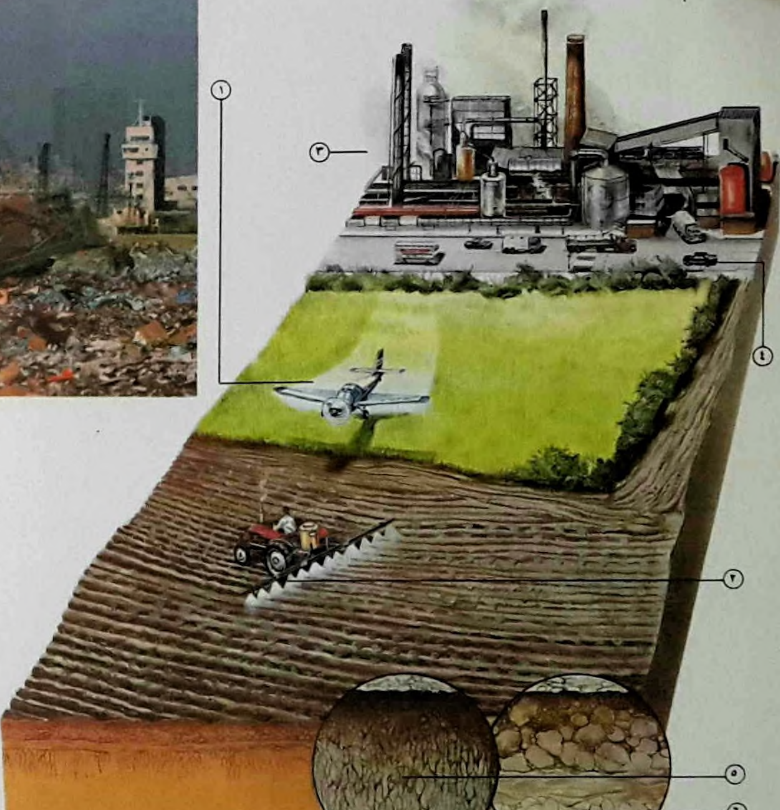
أخطار التوسع الصناعي

للأرض متطلبات عديدة تتعارض احياناً ، وتبرهن طريقة استغلالها اليوم . على الصعيدين الزراعي والصناعي . على جهل متزايد لقيمتها الحقيقية يشكل خطراً

٢



١



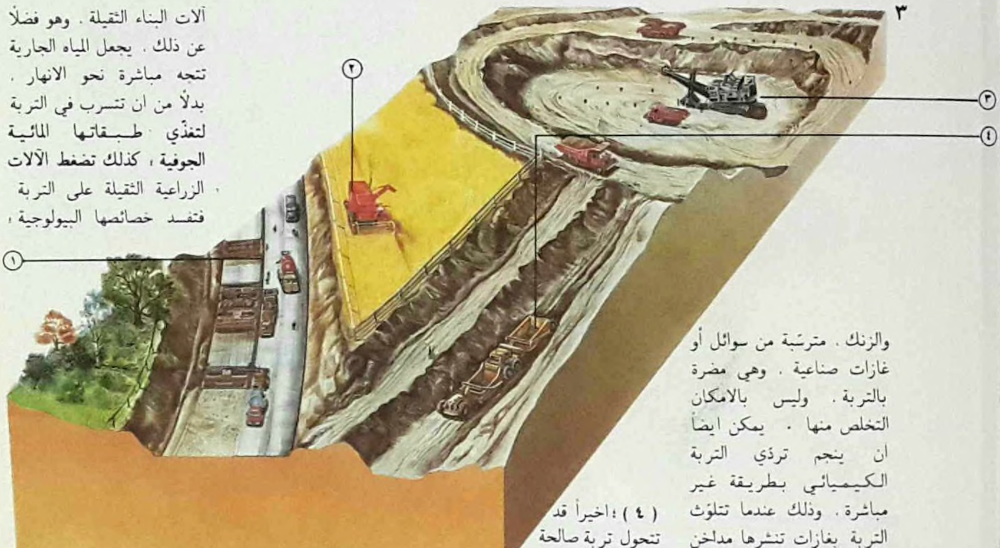
(١) ـ قد ينجم تردي التربة الكيمائي مباشرة عن استعمال المواد الزراعية الحديثة بقصد تحسين الغلال . فالاسمدة ، ومبيدات الحشرات المرشوشة على المزروعات (١) تتسرب الى باطن التربة وتذوب في مياهها فتخلّ بتوازن البيئة البيولوجي وتقضي على ديدان الارض والجراثيم الاخرى التي تحافظ على مائيتها وتهوئتها . كذلك تحتوي مياه المجارير ، التي غالباً ما تستعمل كسماد عضوي (٢) ، على مواد معدنية كالنحاس

جسيماً .

يبدو أن الناس اخذوا يعتقدون أن تشييد أبنية من الاسمنت فوق الارض أكثر ربحا من غرس المزروعات الغذائية فيها ؛ نلاحظ ايضاً ، سنة بعد سنة ، في جميع البلدان الصناعية ، تراجع مساحات الاراضي المزروعة ، وانتشار التجمعات السكنية ؛ فقد اخذت البيوت والمصانع والطرقات تستولي على المساحات الطليقة ، وبدلاً من الاستفادة من مواقع المصانع القديمة في المدن التي غالباً ما تصبح ارضا قفرا ، غدا الصناعيون يفضّلون عليها المواقع الريفية الرخيصة الاستثمار ...

تؤدي اقامة معمل في موقع ريفي الى نتائج يتأثر منها الجوار بكامله ؛ فتساقط غازات مداخنه يلوّث الريف على مسافة عدة كيلومترات ؛ كذلك **تشوّه** طرق السيارات وتفرعاتها المناظر الطبيعية . وتنفذ الى مواطن الحيوانات البرية وتقطّعها مساحات صغيرة ،

٣



والزنك . مترسّبة من سوائل أو غازات صناعية . وهي مضرة بالتربة . وليس بالامكان التخلص منها . يمكن ايضاً ان ينجم تردي التربة الكيميائي بطريقة غير مباشرة . وذلك عندما تتلوّث التربة بغازات تنشرها مدلخن المصانع (٣) . كأنهيدريد الكبريت . فتتحول الى أمطار حامضة تتسرب الى التربة فتغيّر نسبة حموضتها . ملحقة بذلك اضراراً بالنباتات والحيوانات ؛ كذلك قد تتراكم . فوق الحقول المحيطة بالطرقات . الهيد روكربورات غير المكتملة الاحتراق ومركّبات الرصاص والنفثات الاخرى المنبعثة من السيارات

(٤) ؛ اخيراً قد تتحول تربة صالحة الى تربة متراصّة وموحلة تحت ضغط الآلات الزراعية الثقيلة .

---

(٢) ـ تكشف كيفية تصريف النفايات العامة عن كيفية استعمال الانسان للموارد الطبيعية . وهي تبيّن ايضاً كميات المواد الاولية التي يستعملها الانسان ويرمي بها ، وكيف أنه يهدر المساحات الثمينة بتكويم النفايات فوقها .

---

(٣) ـ تسهم الآلة في تردي التربة بأنواع شتى ؛ فشق الطرقات (١) لا يقتصر على الفسحة من الارض الضرورية لقارعة الطريق . بل يهدر ايضاً حافاتها التي تسحقها آلات البناء الثقيلة . وهو فضلاً عن ذلك . يجعل المياه الجارية تتجه مباشرة نحو الانهار ، بدلاً من ان تتسرب في التربة لتغذّي طبقاتها المائية الجوفية ، **كذلك تضغط الآلات** الزراعية الثقيلة على التربة فتفقد خصائصها البيولوجية ، المناجم القمعية الشكل المكشوفة وخنادقها السطحية هي ايضاً **تسبب (٣ و ٤) تأكّل التربة وتسمّمها بالمواد المعدنية التي ترشحها مياه الامطار . لكن من الممكن . بعد الانتهاء من العمل في هذه المناجم ، ان تردم . وان تعاد التربة السطحية الى حالتها الاولى .**

وتطرد منها بذلك أكبر انواعها حجما ؛ كما ان سير السيارات اخيراً يصبّ غازات التصريف ومركبات الرصاص على مساحات فسيحة .

المقالع والمناجم

يستغل الانسان الارض ايضاً للحصول على مواد البناء . فالمواد الضرورية لردم اساسات الابنية والطرقات والسدود تستخرج من اقرب المواقع . وتؤخذ مواد الملاط من التلال المجاورة التي تنخفض وتتمهد من جراء ذلك. لكن ما هو اشد خطورة من ذلك فهو فتح المناجم في العراء لاستخراج المواد المعدنية وشق الخنادق سطحياً لاستخراج الفحم الحجري . فمناجم النحاس القمعية الشكل ـ على غرار منجم بروكن هل باستراليا او منجم بوغنفيل في غينية الجديدة ـ تبقر الارض على اكثر من ١٠٠٠ م قطراً وعمقاً . مما يشكل عدواناً جيولوجياً . اذا جاز التعبير .

٤

معادن حديديّة	١	قابلة لاعادة التوزيع
معادن غير حديديّة	٢	
مطاط	٣	
زجاج	٤	
ورق ومقوّى	٥	
منسوجات	٦	
موادّ نباتيّة	٧	قابلة الانحلال
منسوجات	٨	
أغبرة معدنيّة	٩	مدفونة
آجُر وحجارة	١٠	
مواد لدائنية	١١	محروقه
بوليثينيات	١٢	
بوليستيرين	١٣	
لينوليوم	١٤	



(٤) ـ النفايات المنزلية التي خلّفتها الحضارات البائدة وعثر عليها علماء الآثار تنم عن حقائق هامة حول تلك الحضارات . من الممكن ان يقوم علماء الآثار في المستقبل باحصاء نفايات القرن العشرين للتعرف الى حضارتنا الحالية . مما لا ريب فيه أن وفرتها ستربكهم وانهم سيدهشون عندما يلاحظون أن مجتمعات الاستهلاك قد رفعت التبذير الى مصاف الفضيلة . مما سيثير استغرابهم ايضاً ان حضارة اليوم قد استعملت جميع الوسائل لاستخراج موارد ثمينة من الأرض بقصد تحويلها الى مواد استهلاكية موقتة يرميها الناس فيما بعد في النفايات ، دون الاكتراث لما سيثير تراكمها في وجههم من مشكلات بشرية تكاد لا نجد لها حلاً .

فضلًا عن ذلك . تجرف الامطار الجسيمات المعدنية الناجمة عن عملية الاستخراج . فتتسرب هذه الجسيمات الى الاراضي المجاورة وتسممها . ومن المعلوم ان استصلاح الاراضي المسممة امر عسير .

اما مناجم الفحم الحجري المحفورة بشكل خنادق سطحية (٣) . فان لم تكن اكثر عمقاً . فهي اكثر اتساعاً . غير انه من الممكن تلافي اضرارها الدائمة بردم الخندق بعد انتهاء العمل فيه واعادة التربة السطحية الى وضعها السابق وزرعها .

التقنات الزراعية وإتلاف الغابات

يظهر أن التقنات الزراعية الحديثة مضرّة بالاراضي . حتى عندما لا تتوخى سوى استثمار خصب التربة . فالافراط في استعمال المبيدات الكيميائية للحشرات (١) قد يقضي ايضا على الجراثيم التي تسهم في احياء التربة . مما لا جدال فيه ان الاسمدة الكيميائية تمكّن من تجنّب تناوب المزروعات وتسمح بزراعة الصنف الواحد سنة بعد اخرى بدون توقف . لكن ما نفعها الحقيقي اذا هي أنضبت التربة من موادها العضوية ؟ يتفاقم خطر هذه المواد الكيميائية مع استعمال الآلات الزراعية الثقيلة .(٣) التي تمرّ تكراراً فوق التربة وترصّها . في الحالات القصوى . اي في المناخات المدارية حيث بنية التربة هشة . تتلف هذه التربة .

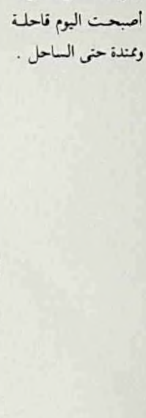
اقترحت مؤخراً بعض البلدان استصلاح المناطق المدارية وشبه المدارية للزراعة . وذلك بقطع اشجار الغابات الغنية بالامطار . كغابات الامازون في البرازيل . واحلال المزروعات محلّها . لكن اتلاف هذه الغابات التي تقوم بدور اساسي في الحفاظ على احتياطي اكسجين الكرة الارضية من شأنه ان يؤدّي الى كارثة عالمية لا سبيل لدرءها .

على الصعيد المحلي . فقد سكان المدن الشعور بقيمة الارض الى حد انهم اخذوا يتركون اركاماً بشعة من النفايات تتجمع على مقربة من المناطق السكنية المزدحمة . لقد اضحت الارض . التي يجب احياء كل شبر منها . ضحية الضغط السكاني المتزايد .

٥

(٥) ـ كانت المناطق الصحراوية في شمالي افريقيا في ما مضى محدودة المساحة . لكن الأراضي التي أنهكتها قطعان القبائل البدوية والزراعة على الوقيد أصبحت اليوم قاحلة وممتدة حتى الساحل .



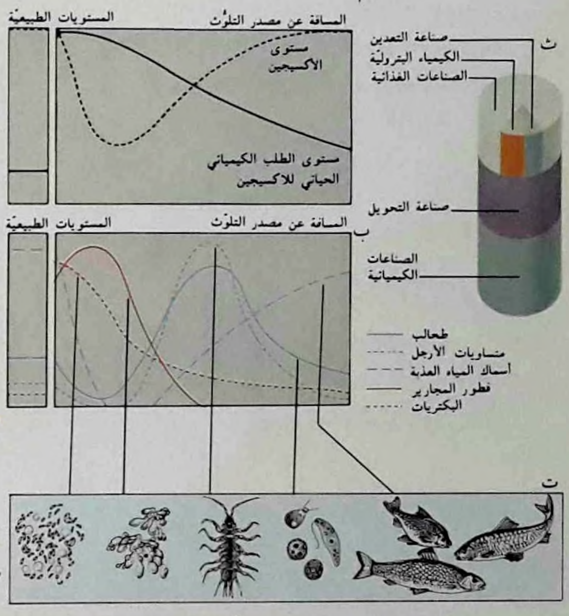


تلوّث الأنهر والبحيرات

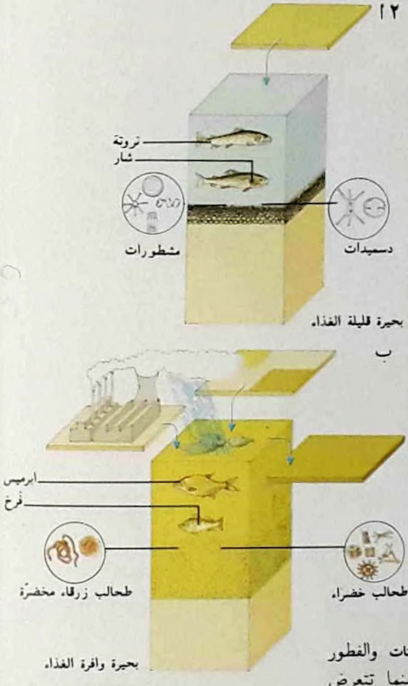
يقوم ماء الارض بدورة كاملة : فهو يتبخّر . ويتحوّل غيماً . ويهطل مطراً . ويتجمّع في مجاري مياه . ثم يتبخّر مجدّداً . وهكذا دواليك . وهو . بتبخّره هذا . يتطهّر بطريقة طبيعية من الشوائب التي تجمّعت فيه ابّان الدورة . وهي مواد عضوية متحللة . وغازات ذائبة . ومواد معدنية منصهرة وجسيمات صلبة عالقة فيه .

في الاماكن التي يكتظّ فيها البشر والحيوانات بكثافة . تصبح طاقة تطهّر الماء العذب الذاتية غير كافية . لاسيما اذا كان الماء يستعمل لتجميع نفايات المنشآت البشرية ونقلها . فعندما تترسب النفايات على التربة بكميات قليلة . تفككها جسيمات التربة

١



٢



(١) - تحتاج معظم حيوانات المياه العذبة ونباتاتها الى الاكسيجين الذائب في المياه لتعيش . الاكسيجين ضروري ايضا لتفكيك محتوى المجارير الذي ينصب في الماء ويدخل في صراع مع الحياة المائية . تخفض الملوثات كمية الاكسيجين (أ) في الماء بإحداثها « طلبا حياتيا كيميائيا على الاكسيجين » . وهو كمية الاكسيجين الضرورية لتأكسد المواد الواجب تفكيكها . تؤثر النفايات ايضا في الكائنات الحية (ب) . فبعض هذه الكائنات . **كالأشنات والفطور** يتغذى منها . بينما تتعرض حيوانات المياه الحلوة للهلاك بسببها . من الممكن التوصل الى معرفة تقريبية لمقدار تلوث المياه العذبة بدراسة عدد الحيوانات والنباتات (ت) ونسبة انتشار الجسيمات العضوية في المياه الملوّثة . النفايات الصناعية التي تنصب مباشرة في الجداول والانهار (ث) هي المسؤولة الاولى عن تلوّث المياه .

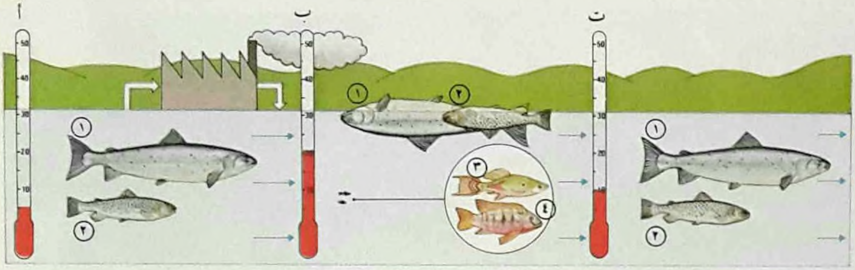
المجهرية وتمتص عناصرها الغذائية ، تاركة الماء يرشح صافيا في مجاري المياه القريبة ·

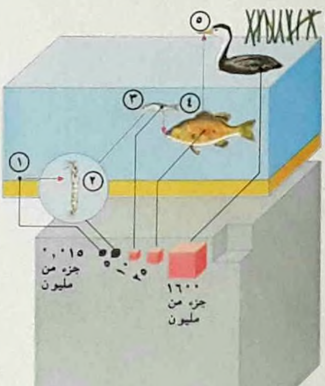
بعكس ذلك ، اذا انصبّت مياه المجارير مباشرة في الانهار ، فلا مفرّ للنفايات من التفكك في الماء نفسه ، ولا بد عندئذ من اكسيجين مذاب لأكسدة النفايات · لكن استعمال هذه الكمية من الاكسيجين يؤدي الى نقص في كمية الاكسيجين التي وضعتها الطبيعة تحت تصرف الكائنات الحية الاخرى العائشة في الماء (الاسماك والنباتات) (١) ·

الاكسيجين مصدر حياة

قد تؤدي الى النتيجة ذاتها كثرة العناصر المغذّية كالنترات او الفوسفات ، التي تكون قد حملتها الى مجرى الماء مخصبات زراعية او مياه مستعملة فيها مواد مطهرة · فهذه العناصر المغذية تساعد على نمو الكائنات الحية كالأشنات · لكن هذا النمو يحتاج هو ايضا

٣





(٢) ـ البحيرة الفقيرة بالمواد المغذية هي بحيرة حديثة العهد (أ) . صافية المياه ، تحتوي على كميات قليلة من الأشنات ومن العوالق المائية ، كالمشطورات والدسميدات · الاسماك التي تتميز بها هذه البحيرات هي التروتة والشار · عندما تشيخ البحيرة ، تصبح اكثر خصبا وبالتالي غنية بالمواد المغذية · تساعد هذه العناصر المغذية ، القادمة من الاراضي المجاورة ، (ب) على نمو الأشنات فيها ، ولاسيما الخضراء منها والزرقاء على خضرة . وتتعكّر مياهها من تكاثر اسماك الفرخ والابرميس والبرعان فيها ·

---

(٣) ـ قد تقضي المياه الحارة ، التي تقذفها انابيب تبريد المصانع في الانهار ، على الاسماك من نوع السلمون (١) والتروتة (٢) . وذلك برفعها درجة الحرارة الى فوق حد التحمّل · تحلّ محل هذه الاسماك بعدئذ انواع غير مرغوب فيها كسمك الاحواض (٣) والبلطيات (٤) · في عالية النهر (أ) تكون درجة حرارة الماء ٥° س . فتكون ملائمة للاسماك البلدية · لكن عندما يدخل الماء المصنع ويخرج منه حارا ، ترتفع الحرارة العامة الى ٢١° س (ب) . فتموت الاسماك البلدية وتزدهر عوضا عنها الاسماك غير المرغوب فيها · في سافلة النهر (ت) . يبرد الماء وتعود الانواع الاصلية الى الظهور ·

---

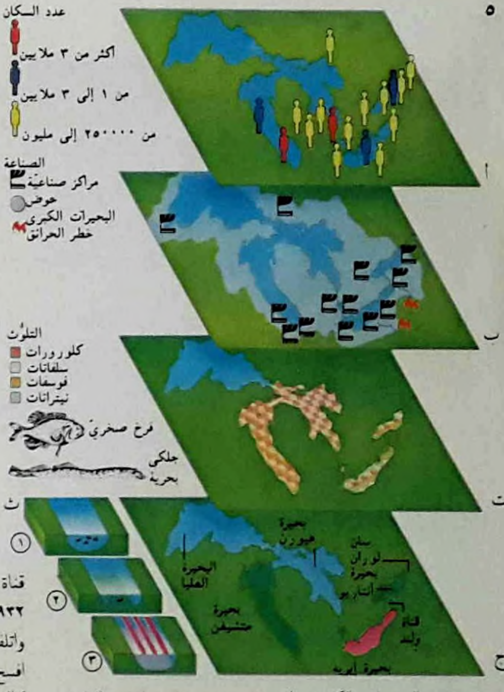
(٤) ـ مبيدات الحشرات المرشوشة فوق التربة ، ولو بكميات ضئيلة ، سامة لكثير من الحيوانات · تتركز السموم بتزايد على طول السلسلة الغذائية وتصبح مميتة عند طرفها الاخير · فمعدل تركز السم في مبيد الحشرات د· د· ت (١) ، المستعمل للقضاء على يرقانات البعوض ، هو ٠،٠١٥ جزءا بالمليون ، لكن تركزه في العوالق المائية يبلغ ٥ بالمليون · اما الاسماك (٣ و ٤) ، فيتركّز فيها بكميات اكبر · لكن الغطاس (٥) ، وهو طائر مائي يتغذى من الاسماك ، يأخذ منه ١٦٠٠ جزء بالمليون ، وهذا ما يكفي للقضاء عليه ·

الى كميات من الاكسيجين قد لا تكون متوفرة في الماء . فتموت الأشنات ويتطلب تعفنها بدوره مزيدا من الاكسيجين . فتفنى من جرّاء ذلك كل حياة .

قد تعمّر بحيرة حوالى ٢٠٠٠٠ سنة قبل ان تتحول الى وحل وتزول من الوجود . لكن فرط العناصر المغذية فيها من شأنه ان يسرع في هرمها ويقصّر من حياتها (٢) .

بما ان الاكسيجين الجوّي اقل قابلية للذوبان في الماء اذا كانت درجة الحرارة مرتفعة . تستعمل بعض الصناعات . كمحطات توليد الكهرباء . كميات ضخمة من المياه الباردة . لتحلّ محل المياه الحارة . فتلقى هذه في مجاري المياه . فيختلّ من جرّائها التوازن الحياتي في النظام المائي . اذا نقصت كمية الاكسيجين في الماء . فان ذلك يعيق نمو بعض الأنواع . بينما يلائم نمو انواع غيرها . لكن اذا توقفت المحطة عن العمل وتوقف

٥



٦



(٥) ـ البحيرات الكبرى في امريكا الشمالية اكبر مساحة من المياه العذبة في العالم . لكن حالتها قد ساءت خلال هذا القرن . وكان السببان الاساسيان في ذلك زيادة عدد السكان (أ) والتصنيع (ب) . فقد ادى التلوث الناجم عن النفايات الصناعية والمنزلية (ت) الى تعديل في البنية الكيميائية لهذه البحيرات . وفي انواع حيواناتها . فقد جاء طفيلي هو الجلكى البحري عن طريق قناة ولاند التي حفرت عام ١٩٣٢ . واجتاح البحيرات واتلف اسماكها المحلية . مما افسح المجال لانواع جديدة كالفرخ الشمسي كي تسود فيها . تمرّ عملية تضخم الغذاء (ث . ج) . وهي عملية هرم طبيعي تتعرض لها جميع بحيرات المياه العذبة . بثلاث مراحل . قلة الغذاء (١) . اعتدال الغذاء (٢) . تضخم الغذاء (٣) . في البحيرات الكبرى . استعجلت النشاطات البشرية هذه العملية بطريقة صطناعية . وقد دخلت بحيرة ايريه مرحلة تضخم الغذاء النهائية .

---

(٦) ـ يقوم الماء بدورة لا نهاية لها . يحمل فيها معه مواد مختلفة ذائبة او عالقة ويتطهر منها بالتبخر المتكرر .

تدفق الماء الحار . فقد تكون النتائج وخيمة للانواع التي تعودت على العيش في الماء الحار (٣) .

المواد الدخيلة

لا تثير النفايات العضوية والعناصر المغذية وسخونة الماء مشكلات في وجه النظام البيئوي . الا اذا تعدّت نسبا معيّنة . لكن في الفترة الاخيرة . لا بد ان تكون الطبيعة قد امتصّت كميات وافرة من مواد غريبة عنها كليا . يخشى ان لا تكون قادرة على التغلب عليها . فمبيدات الحشرات المستعملة في الزراعة والمواد المعدنية والكيميائية المتسربة من المصانع قد دخلت في السلاسل الغذائية المائية وسينجم عنها عواقب لا يمكن التنبؤ عنها . فالانواع الموجودة في طرف هذه السلاسل والمعرّضة لكميات مركّزة من هذه المواد . قد تصبح من جرّاء ذلك اسرع عطبا امام ضغوط البيئة (٤) .

هناك مشكلة اخرى هي مشكلة الانهار الحدودية . ففي امريكا الشمالية . ما تزال مسألة فساد البحيرات الكبرى مشكلة دبلوماسية بدون حل منذ سنوات (٥) .

من المسؤول ؟

تواجه كل من كندا والولايات المتحدة صعوبات في ضبط الرقابة على النفايات على ضفة من ضفاف البحيرات . طالما تنصبّ في تلك البحيرات من على الضفة المقابلة كميات كبيرة من المواد الملوثة . لكن مشكلة الحؤول دون موت نهر الراين البيولوجي هي اكثر صعوبة . فمحطات توليد الكهرباء ومناجم البوطاس والمصابغ الكيميائية المحيطة بضفتي هذا النهر ترهقه بالتلوث والتسخين ارهاقا سيقتله خلال سنوات معدودة . رغم ذلك . لم تتمكن فرنسا والمانيا الاتحادية وهولندا وسويسرا من الوصول الى اتفاق على نظام جماعي للتدابير الوقائية بشأنه .

في العالم بأسره تتعرض مستنقعات وجداول وانهار كبيرة كالسان لوران والفولغا . وبحيرات باتساع البحر القزويني والبحيرات الكبرى في امريكا الشمالية . لخطر الرزوح تحت وطأة آثار التلوث المتراكمة .

عدد كبير من المواد الموجودة في الماء من اصل طبيعي . وهي تصل الى مجاري المياه بوسائل طبيعية . كالمطر او السيلان . تسلك الطريق ذاتها بعض الملوثات الناجمة عن النشاط الانساني . فقد يحمل المطر دخانا ورمادا وغازات صناعية . كما يجرف السيلان المواد الكيميائية والنفايات المطروحة على الارض الى مجاري المياه . كذلك تتخذ بقايا اخرى طرقات اصطناعية لها من المجارير واقنية تصريف المياه . وهي اجمالا اكثر اذى من المواد التي تسير في طرقات طبيعية . لكن الحؤول دون متابعة سيرها اكثر سهولة .

(٧) – اعتبرت مجاري المياه الطبيعية منذ زمن بعيد بمثابة مستودعات التكرير لنفايات الانسان . لكن في المجتمعات التكنولوجية الحديثة . تعدّت المواد الملوثة طاقة مجاري المياه . فأصبحت المياه عاجزة عن تفكيكها . فأخذت تتراكم بسمومها في الانهار فاتكة بالحياة الحيوانية والنباتية فيها ومهددة اياها بالفناء .

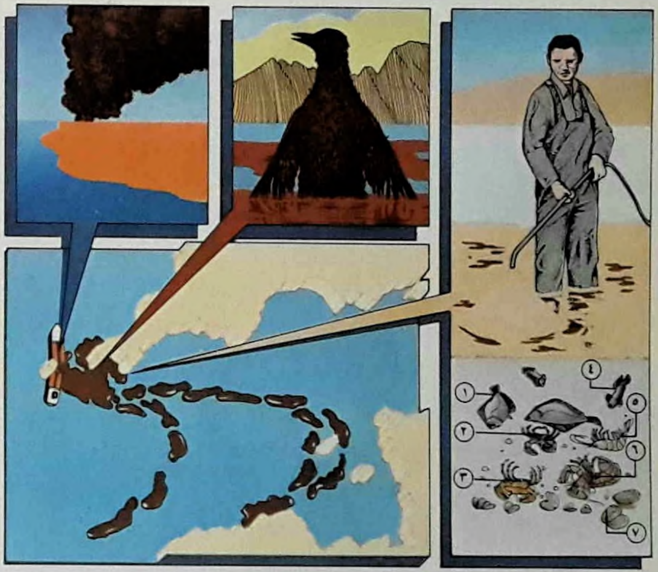
٧



تلوّث البحار

يشكّل مجموع المحيطات مساحة واسعة من الماء . فالمحيط الهادىء وحده اكبر من القارات الخمسة مجتمعة . لقد شعر الانسان ، منذ اقدم العصور ، بشيء من الرهبة امام البحر . الا انه ما فتىء يلقي فيه جميع ما يمكن تصوره من نفايات صلبة او سائلة او غازية ؛ فالسفن والصنادل تحمل حطام الاشياء وفضالاتها بعيدا عن الساحل وتلقيها في عرض البحر ؛ ترمى فيه ايضا جميع نفايات السفن ، كما تنصبّ مراحيضها مباشرة في مياهه ؛ كذلك تنقل الانهار فوائض المصانع وعناصر غذائية وجسيمات صلبة وتصبها في المياه الساحلية ؛ وحتى الهواء نفسه ، فانه يطير بمبيدات الحشرات فوق الشاطىء ويرشها في

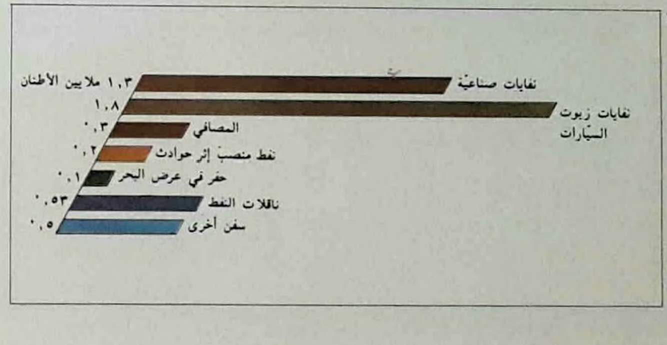
١



٢



٣



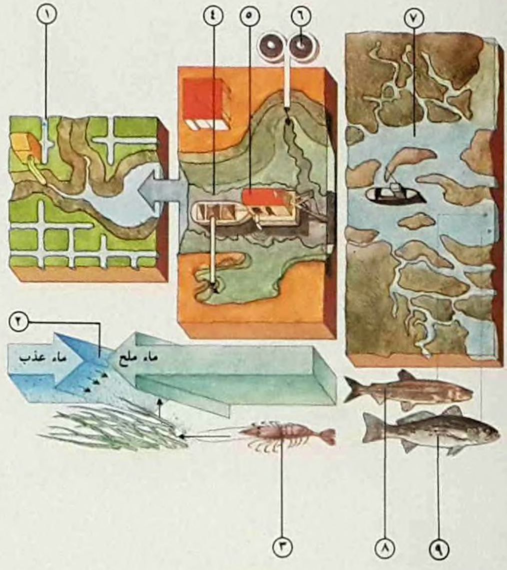
عرض البحر . فتسهم بدورها في تلوّث مياه المحيطات .

طوارىء انصباب النفط في البحر

الماء والنفط لا يمتزجان . لذلك تنتشر سنويا فوق سطح المحيطات كمية ضخمة من الزيوت ـ عدة ملايين من الاطنان ـ من جرّاء طوارىء تحلّ بناقلات النفط . فقد ادّى غرق ناقلة البترول « توري كانيون » (١) عام ١٩٦٧ الى انتشار حوالى ١٠٠٠٠٠ طن من النفط الخام فوق مياه انجلترا الساحلية . فغطت بطبقة سميكة من الوحل الاسود الشواطىء الانجليزية والفرنسية على مساحة عدة كيلومترات . وقضت بذلك على الآلاف من الطيور البحرية .

في كل سنة يغرق بعض ناقلات النفط . قد تقع هذه الحوادث في مناطق مزدحمة ، كما حدث للناقلتين « باسيفيك غلوري »

٤



(١) ـ جنحت ناقلة النفط العملاقة « توري كانيون » المحمّلة نفطا كويتيا عند لندزاند في كورنويل بانجلترا عام ١٩٦٧.انشق هيكلها، فتدفق منه حوالى ١٠٠٠٠٠ طن من النفط. وقد منيت بالفشل جميع المحاولات لمكافحة انتشار النفط. بما فيها استعمال القنابل المحرقة ، فماتت طيور البحر التي غطاها النفط بالآلاف ، وترسّبت طبقة النفط على سواحل انجلترا الجنوبية الغربية ، ثم تحولت جنوباً وشرقاً حتى الشواطىء الانجلو نورمندية وشواطىء فرنسا . لكن تبيّن فيما بعد ان تنظيف البحر من آثار النفط بواسطة مواد التنظيف الكيميائية اشد ضررا بالحياة البحرية من النفط ذاته . فقد فتكت تلك المواد خصوصا بالحيوانات التالية ، سمك الترس (١) ، السراطين (٢ و ٣) ، البلَيْني (٤) ، القريدس او الإربيان (٥) ، سرطان البحر (٦) ، المحار (٧) .

(٢) ـ ارتد تلوّث البحر بالمواد السامة على الانسان في جون ميناماتا في اليابان منذ عام ١٩٥٠ . فقد تحول الزئبق اللاعضوي . وهو نفاية صناعية صبّت في الجون (أ) . بفعل كائنات عضوية بحرية الى زئبق ميثيلي سام جدا اخذ يتجمع في الاسماك والمحارات (ب) التي كان يصطادها الصيادون المحليون (ث) . بما ان السمك هو الغذاء الرئيسي في هذه المنطقة (ث) ، كان السكان (ج) يموتون او يصابون بخلل عقلي ، وكان الاطفال يولدون بعاهات فطرية . اقفل المعمل الآن ، لكن الصيد توقف . اذ ما يزال الجون يحتوي على ٦٠٠ طن من الزئبق .

(٣) ـ يأتي تلويث النفط للبحر من فضالات الاشياء (التلويث المقصود) اكثر مما يأتي من الطوارىء .

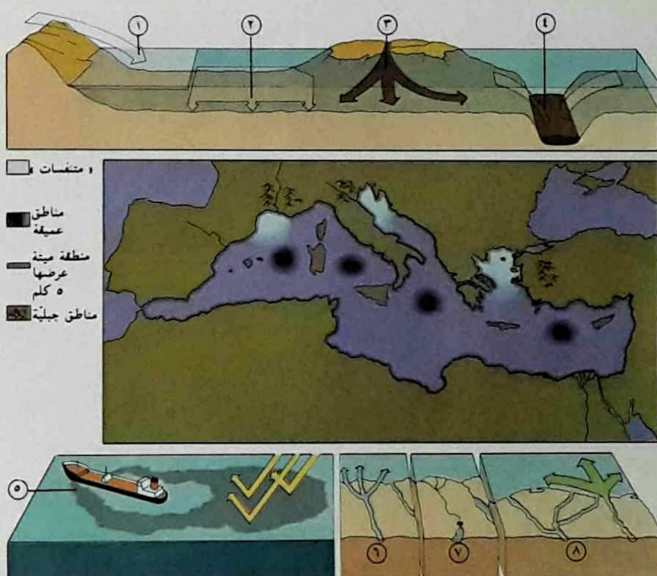
(٤) ـ يبدأ تأثير الانسان على البحر في الانهار ، فهو بسقايته الارض بالماء العذب من النهر قبل ان يبلغ مصبه (١) ، يعجّل في تحويل الماء العذب الى ماء مالح عند انصبابه في البحر (٢) ، فيقتل بذلك بعض الكائنات الحية كالقريدس (٣) مثلاً ، وبتجفيفه للموْحلات (٤) يتلف احدى مناطق الحياة الاكثر خصبا ، وبجرفه لقعور الانهار (٥) ، ينشر الاوحال في المياه ، فيقلل بذلك من التشمس السطحي ومن نسبة الاكسيجين في الماء ، كذلك ترهق الفوائض الصناعية غير المعالجة (٦) النظام الحياتي . فالمصب النظيف (٧) مفيد لصيد السمك ، لأن بعض الانواع (المنهيدن (٨) والسينوسيون (٩)) تهتدي بالشم الى طريق مكان تسرئتها في النهر او في البحر .

و « أليغرو » في بحر المانش عام ١٩٧٠ . او في مكان منعزل . كما حدث للناقلة « ميتولا » في مضيق ماجلان عام ١٩٧٤ · لكن طبقات النفط لا تبقى محصورة في مكانها . بل تنتشر ببطء على سطح المياه وتتسع باستمرار · قد تكون لمثل هذه الانصبابات اسباب اخرى ؛ فقد حدث احد اكثرها خطورة حتى الآن عام ١٩٦٩ في منطقة الحفر البحري لشركة يونيون أويل تجاه ساحل كاليفورنيا ·

الموت في البحر

اذا كان التلوث النفطي قد اصبح خطرا . فلحسن الحظ ان النفط من أصل عضوي . وقابل بالتالي ان تفككه مع الزمن العضويات البحرية الحية · اما المعادن الثقيلة . كالرصاص والكدميوم والزئبق . فتظل دائما خطرة . لا بل قد تجعلها هذه العضويات اشد خطرا · فالزئبق . الذي اعتبر قليل السموم . قد تحوّل . عندما ألقي في المياه اليابانية

٥



(٥) ـ اصبحت بعض مناطق البحر المتوسط الساحلية شبه ميتة · لهذا البحر « رئات » ثلاث يدخلها الهواء البارد المنحدر من الجبال (١) . فيزود بالاكسيجين طبقة من الماء البارد فتغوص (٢) · لكن هذه الاحواض تتغذى بأنهار ملوّثة (٣) . فتتجمع الملوّثات في المياه العميقة (٤) · لقد توقف صيد السردين عند مصب دلتا النيل (٦) اذ اصبحت هذه المنطقة غير صالحة للاسماك · فقد قلل سد اسوان (٧) من وصول الماء العذب اليها وزاد ملوحتها الماء الآتي من البحر الاحمر (٨) ·

(٦) ـ الكوارث التي سببتها ناقلات النفط . مثل توري كانيون . حملت اصحاب السفن على تبنّي طرائق جديدة للتخفيف من الاضرار المحتمل وقوعها · من هذه الطرائق ان يقطر خزان متحرّك (١) الى جانب ناقلة النفط الجانحة (٢) ويملأ بالنفط المستخرج من العنبر بواسطة الضخ ، وفي حالة تدفق النفط فوق سطح المياه . ان تسقط (٣) طبقة النفط بواسطة فرازة بعد ان يحد حاجز عائم (٤) من انتشارها ، يمكن ايضا ان يمتص النفط بمرشح عائم (٥) (٦) . وان يعجّل في تحلّله على يد الجسيمات المجهرية الحية برذ مشتّت (٦) فوقه · غير ان هذه الطرائق لم تصبح بعد واسعة الانتشار ·

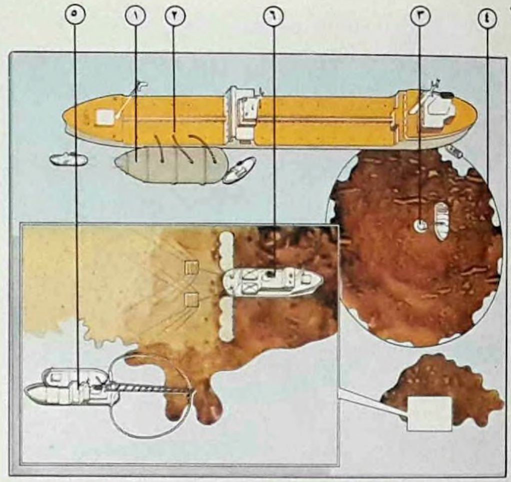
---

(٧) ـ كل نفاية ترتد على صاحبها · فالادخنة (١) وفوائض المصانع (٢) الذائبة في الماء أو المنتشرة في الغيوم (٣) قد ترجع مكثّفة · على غرار ذلك . تبتلع الحيوانات البحرية . من ابسطها (٦ و ٧) الى اكبرها (٨) . الملوّثات التي تقع في البحر مع الامطار (٤) او المياه الجارية (٥) . فتأكلها الطيور . ويأكل الانسان (١٠) هذه الطيور والاسماك (٩) . فيصبح الانسان هكذا . في نهاية السلسلة . ضحية لنفاياته ·

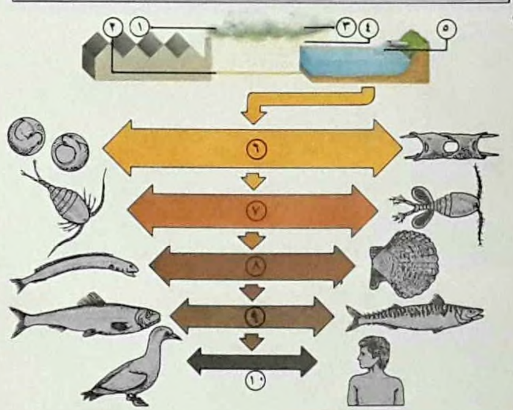
الساحلية ، الى ميثيل الزئبق - وهو يشكّل خطرا على الجهاز العصبي المركزي - فتجمع هذا السم في الاسماك والمحار وسبّب داء ميناماتا الشهير (٢) الذي ظلت اسبابه مجهولة لمدة عشر سنوات تقريبا · حتى الآن لا تصطاد الاسماك والمحار في خليج ميناماتا وفي بعض الخلجان اليابانية الاخرى ، اذ ما يزال الماء فيها يحتوي على زئبق ·

ينقل البحر احياناً المواد الكيميائية بعيداً

٦



٧



عن منابعها · كذلك تنقل الطيور والاسماك الى اقاصي العالم ، حتى الى الانتركتيكا ، مادة الـ **د · د · ت** التي تكفي مقادير ضئيلة منها لتعيق عملية التركيب الضوئي لدى النباتات البحرية ، تلك العملية التي تسهم الى حد بعيد في انتاج اكسيجين الارض ·

انظمة مغلقة

يشكل بعض البحار ، كالبحر المتوسط وبحر البلطيق ، انظمة تكاد تكون مغلقة ، بحيث يكون تبادل المياه بينها وبين المحيطات الاخرى ضعيفا للغاية · بدأت تظهر على هذه البحار اعراض انهاك حياتي خطير (٥) · لكن مصيرها ، وان كان مثيرا للقلق ، ليس الا نذيرا بما سيحل بعالم البحر بأسره ·

المحيط نظام مغلق في الواقع · لكن الدول لم تتوصل بعد الى الاتفاق على تدابير فعالة لادارة شؤون المحيطات بشكل يؤمن مصلحة الجميع · ففي مطلع السبعينات ، اجتمعت المنظمة الاستشارية الدولية الحكومية للشؤون البحرية لوضع اتفاق لمكافحة تلوّث البحار الناجم عن السفن · لكن من المعروف ان اي اتفاق يبقى بدون فعّالية اذا لم يقترن بتدابير لوضعه موضع التنفيذ ، وهكذا ظل الاتفاق المذكور مجرد امنية جميلة ·

ما دام البشر يحافظون اجمالا على المصلحة القومية اكثر مما يحافظون على تراث البشرية المشترك ، وما دام ليس هناك من تعاون دولي وثيق ، ستظل المحيطات ، لسوء الحظ ، « مزبلة » تتراكم فيها مياه المجارير والفضالات والنفايات المشعة وجميع قذارات العالم المتمدن ·

أوجه استعمال التربة

اقتنع الانسان اخيراً ان عليه ان يحافظ على موارد الارض ان اراد ان يستمر في العيش عليها … بقي تأثير الانسان في البيئة غير ذي شأن خلال آلاف السنين ٠ لكن منذ منتصف القرن الثامن عشر ، انقلب الوضع بسبب تكثُّف الزراعة ، والبحث عن المعادن والمواد المولّدة للطاقة ، وتكاثر السكان ، وتطوّر وسائل النقل ، اذ حملت هذه العوامل الانسان ، في سعيه الجنوني لزيادة الانتاج ، على الكفاح من اجل السيطرة على الاراضي القابلة للاستثمار ٠

الاضطرابات الكبرى

قبل حوالى ١٠٠٠٠ سنة ، قلما كان يظهر

١



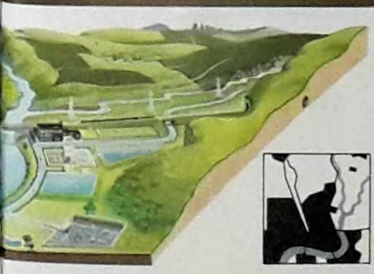
(١) ـ اخذ الانسان الحديث ينوّع طرائق استعمال الاراضي ، معدلا بلا اكتراث ما كوّنته فيها قوى الطبيعة ٠



تطل على هذه القرية من القرون الوسطى مقالع صغيرة وحقول مستطيلة ٠



في القرن التاسع عشر تم النمو الصناعي بلا مراعاة لتأثيره في البيئة المجاورة ٠



تتميز المدينة الحالية بوسائل النقل وبتنوع الخدمات وباستعمال افضل للاراضي ٠

الانسان على مسرح الطبيعة : كان يطارد الطيور والحيوانات ، ويصطاد الاسماء ، ويأوى الى المغاور . وكانت اولى مناجمه مجرد ثقوب يحفرها بقرون الايائل. لكن بعد الثورة الزراعية التي تمّت في العصر الحجري الحديث ، استقرت القبائل البدوية من اجل زراعة الارض . فقطعت الاشجار لتبني اكواخاً واستحدثت اساليب جديدة لاستعمال التربة ، فأخلّت بذلك لأول مرة بالتوازن الطبيعي في البيئة .

لكن كان من شأن نمّو المدن في القرون الوسطى ، وتوسّع شبكات الطرقات ، واستخراج المواد المعدنية كالحديد والحجارة والصلصال ، ان تزيد تدريجياً من تأثير الانسان على الطبيعة . فاستصلحت مساحات واسعة من الغابات لتربية المواشي وتوسيع الحقول الزراعية ..

جاءت الثورة الصناعية في القرن الثامن

(٢) ـ ترسم خرائط استعمال التربة على مقياس وطني في اكثر البلدان . يظهر بوضوح في خريطة مبنية على صورة جوية لمنطقة كوبه في اليابان تجمّع السكان على ساحل ضيّق تحدّه تلال داخلية (بالاصفر الفاتح) . الاشياء البارزة الاخرى هي : المنطقة السكنية (بالاحمر) . مناطق الصناعات الثقيلة (بالازرق الفاتح) . احواض السفن (باللون الوردي) . المساحات المنتشلة من البحر (بالاصفر). مناطق المكاتب (بالبنفسجي). المناطق المكسوة بالغابات (بالاخضر) . وضع اول خريطة لاستعمال الاراضي ل . د . ستامب في بريطانيا العظمى في الثلاثينات من هذا القرن . تقوم منظمة الاغذية والزراعة حالياً بوضع خرائط من هذا النوع للكرة الارضية بكاملها .

٢





عشر تشق منعطفاً حاسماً في طرائق استعمال الاراضي . فالالة البخارية مكّنت من ظهور مجموعة من الصناعات الجديدة سببّت بدورها نموا سريعاً للمدن لاستيعاب عدد عمال المصانع المتزايد باستمرار . كذلك أنشئت سكك الحديد وشقت الطرقات وحفرت الاقنية من اجل نقل المنتوجات الصناعية . ارتفع عدد سكان العالم من ٩٠٠ مليون عام ١٨٠٠ الى مليار و ٦٥٠ مليون عام ١٩٠٠ . في الوقت ذاته مرّت الطرائق الزراعية بثورة حقيقية ، فامتدت المزروعات الى مناطق مكتشفة حديثاً . وانتشرت المكننة .

العواقب الوخيمة لعمل الانسان

صحيح اننا لا نخلو من بعض الامثلة الدالّة على اعمال مفيدة للحفاظ على التربة . كاستعمال البولدوزر في هولندا (٤) وزراعة المدرجات في آسيا . لكن اكثر المناطق

٣



المعلومات المأخوذة بواسطة الاقمار الاصطناعية . ما يزال القمر الاصطناعي « ارتز » الذي اطلق عام ١٩٧٢ يعطي معلومات تستفيد منها البشرية بأسرها .

(٤) ــ في المناطق المكتظة بالسكان ، حاول الانسان توسيع الاراضي القابلة للاستثمار بانتشالها من البحر . الهولنديون الذين حسنوا تقناتهم عبر العصور هم اشهر « مقتنصي الاراضي » . أنهم يبنون أولاً سدوداً على مدخل جون صغير . ثم يصرّفون المياه من هذه المساحة المغلقة وينزعون الملح منها فتصبح التربة صالحة للزراعة . كذلك يجهّزون بحيرات من الماء العذب يستعملونها مراكز للاستجمام أو لتربية الأسماك .

(٣) ــ المعرفة الدقيقة للثروات المتبقية في الارض ضرورية لاستغلال هذه الثروات بطريقة علمية . تعطي التباينات التي يسجلها التصوير الجوي باشعة ما تحت الحمراء صوراً تظهر فيها الحرارة بشكل ظلال لوني الاحمر والازرق . هذه الاشعة تخترق ايضا الظلام . تظهر النباتات السليمة باللون الاحمر ، والحقول المحصودة باللون البنفجي ، والقمح الناضج باللون الازرق . تستعمل اليوم بوفرة

(٥) ــ ستؤثر على استعمال التربة الطرقات عبر القارات . كالطريق السريع عبر امريكا مثلاً الذي سيخترق الامريكتين بعد اتمامه . فهي بالاضافة الى تأثيرها المباشر

الزراعية تعرّضت للكثير من التلف · فقد ادى الافراط في استثمار السهول الكبرى لغربي الولايات المتحدة الى الاخلال بتوازن البيئة فيها . فبعد فترة الجفاف التي حصلت في الثلاثينات . جرفت الرياح العاصفة التربة واتلفت ارض المنطقة بكاملها · في مناطق اخرى . ادىَ استعمال زراعات غير ملائمة للتربة الى تأكلات مفجعة . فحفرت الامطار اخواراً عميقة . جارفة التربة الطيبة الى

٤ 

٥ 

على المواقع الطبيعية . تضع عذراء لتسكنها رغم المخاطر بتصرف الجماعات مساحات اللازمة لها ·

الانهار ·

ما تزال هناك . لحسن الحظ . مناطق واسعة لم تتعرض بعد لعمل الانسان او تعرضت له قليلاً · غير ان المناظر الطبيعية في البلدان الصناعية آخذة بالتشوّه تدريجياً · فزيادة عدد سكان العالم ـ حوالى ٤ مليارات في عام ١٩٧٥ ـ أخذت تؤدّي الى توسّع المدن على حساب الريف ؛ وها هي الطرقات تشقّ في مناطق كانت حتى الآن ما تزال بكراً . وشبكات طرق السيارات تبتلع مساحات شاسعة من الأراضي · والمطارات تشيّد فوق الاراضي الصالحة للزراعة قرب المدن . والاعمدة الكهربائية تخترق التلال والوديان ·

اما الانهار والبحيرات . فقد بلغ الآن فعل الانسان فيها مبلغاً عظيماً وهو ما يزال يطمح الى توسيعه · فقد وضع الاتحاد السوفييتي برنامجاً نظامياً لتحويل انهاره الجارية شمالاً نحو الجنوب بغية اخصاب صحاريه الآسيوية ·· كذلك وضعت دراسة في امريكا الشمالية حول تحويل مجرى ٣٧٠ نهراً من انهارها لتلافي « خسارة » مياهها الضائعة في المحيط المتجمد الشمالي (اكلاف المشروع : ٨٦ مليار دولار) ·

الحفاظ على الأرض

بدأت البيئة المدينية تلقى مزيداً من الانتباه والعناية بفضل تدخّل بعض فئات الضغط القوية في بعض البلدان.فقد بوشر في هذه البلدان بغرس اشجار جديدة . وباستصلاح اراضي البور القديمة . وبتحويل مواقع صناعية قديمة الى اراض زراعية . وبإنشاء منتزهات عامة ·

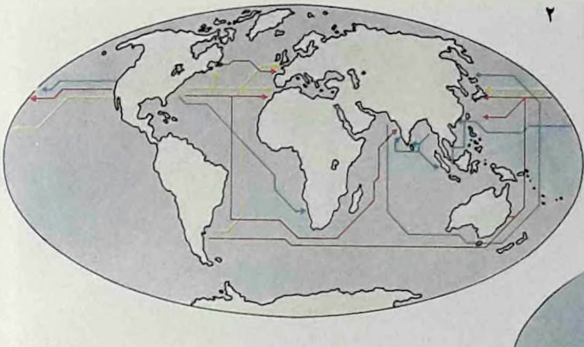
الموارد الغذائيّة العالمية

يحتاج الانسان البالغ ، ليظل بصحة جيدة ، الى معدل من الحريرات يتراوح بين ٢٣٠٠ و ٢٧٠٠ حريرة ومعدل من البروتين يتراوح بين ٣٧ و ٦٢ غراماً من البروتين يومياً . بالاضافة الى ذلك ، يحتاج الى كمية كافية من العناصر الضرورية للاجسام الحية ، كالمعادن والفيتامينات . تتوقف تلبية حاجات سكان العالم الغذائية على انتاج الاغذية كما تتوقف ايضاً على توزيعها بينهم .

الموارد الغذائية القديمة

لم يتوصل الانسان الا مؤخراً الى السيطرة على انتاجه الغذائي . في بادىء الامر ، كانت حياة الصياد وقاطف الثمار العنبية واللوزيات

٢



الطرقات الرئيسيّة لتجارة الحبوب

(١) ـ للقمح والارز والذرة اهمية حيوية للبشرية ، لانها تسد فيما بينها حوالى نصف حاجات الناس الغذائية . اما مجموع الحبوب الاخرى (الذرة البيضاء والشعير والخرطال) ، فلا تسهم في تلبية هذه الحاجات الا بنسبة ١٠ ٪ . بالاضافة الى ذلك ، تقوم الذرة ، والقمح بعدها ، بدور مهم في تغذية الحيوانات . تتوقف المناطق الرئيسية الصالحة للحبوب على نوع التربة وموقعها ومناخها . فالدلتاوات الاسيوية تلائم زراعة الارز ملاءمة تامة ، بينما ينجح القمح والذرة في سهول امريكا الشمالية الباردة والمروية قليلاً .

١



المناطق الرئيسيّة لانتاج القمح والأرزّ والذرة

(٢) ـ تبدلت الصفات البارزة لتجارة الحبوب منذ الثلاثينات . فقبل الحرب العالمية الثانية ، كان مركز مصدّري الحبوب الرئيسيين في الامريكتين الشمالية والجنوبية . منذ ذلك الحين ، تضاءل دور امريكا اللاتينية ، لان عدد سكانها تزايد بشكل ملحوظ ، بينما كان انتاجها الغذائي يتراجع . في ايامنا هذه ، تشكّل امريكا الشمالية اهراء القمح في العالم ، بينما يستورد الحبوب كثير من البلدان الاوروبية . غير ان بعض البلدان المتقدمة ، التي كانت حتى الآن تكتفي بانتاجها ، اخذت في السنوات الاخيرة تكثر من مستورداتها .

---

(٣) ـ الاغذية الغنية بالبروتينات الحيوانية هي اللحوم والاسماك والبيض والمنتوجات اللبنية . لا تستطيع البروتينات النباتية ان تحل كلياً في التغذية محل البروتينات الحيوانية . تستعمل تربية البقريات ٩ كلغ من البروتينات النباتية لإنتاج ٥٠٠ غ من البروتينات الحيوانية القابلة للتمثّل بينما لا يتطلب منها الفرّوج المربّى تربية صناعية الا ٢ كلغ للحصول على النتيجة ذاتها . تستهلك المواشي حوالى ثلث انتاج الحبوب العالمي (٤٠٠ مليون طن) ، وهي كمية تكفي لسدّ حاجات الهنود والصينيين الغذائية . تربّى المواشي بنوع خاص في المناطق التي تنتج الحبوب بوفرة (الولايات المتحدة) او الغنية بمراعيها (الارجنتين) .

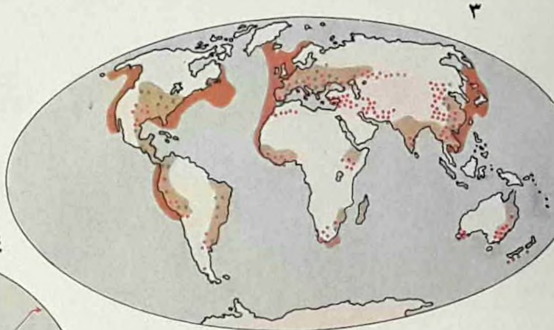
مكرسة بكاملها للبحث عن غذائه ، وكانت الفاقة تهدده باستمرار وتمنعه عن التكاثر، نظراً لعجزه عن تأمين وسائل عيشه ·

ثم بدأ الانسان ، منذ حوالى ١٠٠٠٠ سنة ، بزراعة الارض · كانت اولى السهول التي بدأ بغرسها وزرعها وقطف ثمارها السهول الخصبة التي يرويها نهرا دجلة والفرات · تعلم ايضاً تدجين الحيوانات وتربيتها لإكمال موارد السمك التي كان يصطادها من الانهار والبحيرات والبحار ·

اخيراً ، تمكن الانسان من تأمين حاجاته الغذائية باسلوب افضل ، عندما اخذ يعتمد ، لا على قوسه وسهامه ، بل على اثلامه وبذوره · كذلك اصبح بامكانه ايضاً تأمين غذائه للسنة التالية ، عندما راح يزرع ما يكفي من البذور ويربّي ما يكفي من المواشي في هذا السبيل ·

مع ذلك ،ظل الانسان تحت رحمة احداث

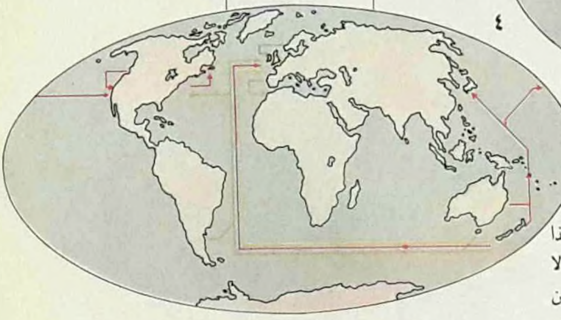
٣



المناطق الرئيسيّة لانتاج اللحوم والاسماك والألبان



٤



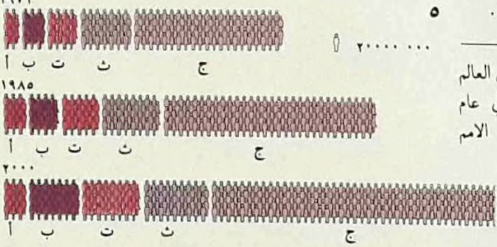
طرقات تجارة اللحوم

(٤)- البلدان المتقدمة هي اساساً مركز تجارة المواشي والبروتينات الحيوانية · في عام ١٩٧١ احتكرت هذه البلدان اكثر من ٩٠٪ من الصفقات التي تمت على اللحوم · غير ان اغنى البلدان وحدها قادرة على استيراد المنتوجات من أصل حيواني ، لان هذه المنتوجات هي اجمالاً أغلى ثمناً من المواد الغذائية الاخرى · خلال هذا القرن ، زاد استهلاك البلدان المتقدمة من اللحوم بشكل ملحوظ · ففي اليابان ، بلغ استهلاك اللحم اربعة اضعاف ما كان عليه قبل عام ١٩٦٠ · هكذا يرى اليابان نفسه ـ وهو لا ينتج الكميات الكافية من المواد الغذائية ـ مرغماً على زيادة مستورداته من الحبوب ومن اللحوم لسد حاجاته ·

---

(٥) ـ سيبلغ عدد سكان العالم حوالى ٦،٥ مليارات في عام ٢٠٠٠ · تعتقد منظمة الامم المتحدة انه من الصعب ان يصبح هذا العدد مستقراً قبل عام ٢١٢٥ ، وهو التاريخ الذي قد يبلغ فيه ١٢،٣ ملياراً ·

٥

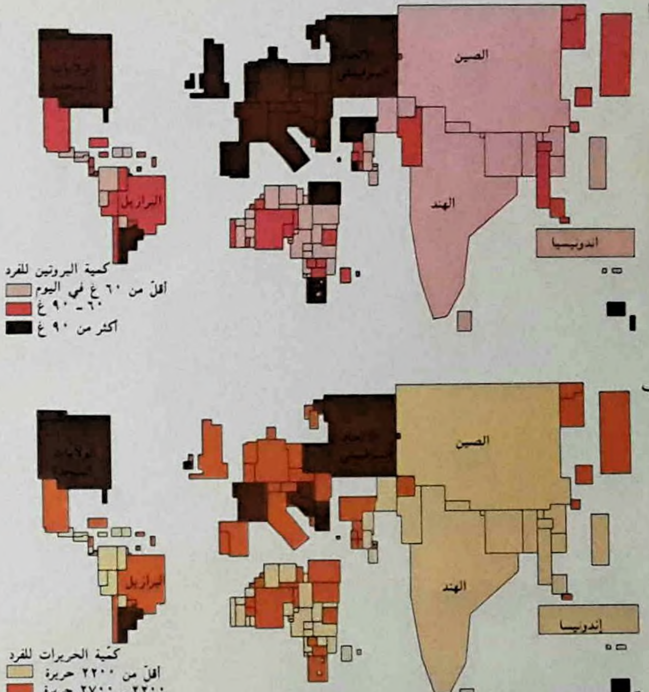


أ أمريكا الشماليّة — ت إفريقيا — ج آسيا وأوقيانيا
ب امريكا اللاتينيّة — ث أوروبا والاتحاد السوفييتي

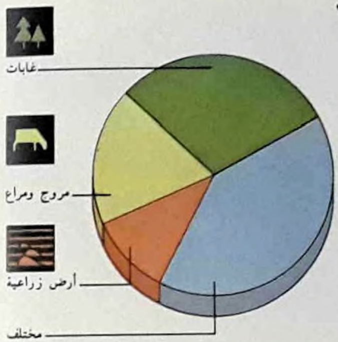
لا سلطة له عليها . فكان الجفاف يحرق غلالة سنة ، ويتلفها الجراد سنة اخرى ، وتستأصل الامراض مواشيه احياناً . وعندما كانت تقع كوارث طبيعية ، كانت الحرمانات الناجمة عنها تهدّد الجنس البشري بكامله بالزوال .

على الرغم من هذه الصعوبات ، توصل الانسان ، على ممر العصور ، الى انماء انتاجه الزراعي على نطاق واسع . وذلك بفضل مراحل متعاقبة من التقدّم التقني ، نذكر منها بترتيب زمني تقريبي ، تحسين اساليب الري ، تبادل البذور ، كالقمح والشعير والذرة ، والمنيهوت (١) بين اوراسيا وامريكا ، انتاج الاسمدة الكيميائية ومبيدات الحشرات (٨) ؛ اكتشاف قواعد لحسن اختيار البذور والماشية ؛ اختراع المحرّك ذي الانفجار الداخلي الذي ساعد الانسان مساعدة كثيرة في اعماله الزراعية .

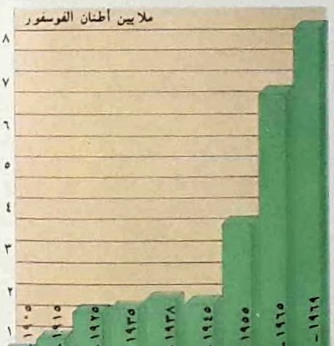
٦ أ



٧



٨



(٦) - على هذه الخرائط للموارد الغذائية ولكثافة السكان . تظهر مساحة البلدان متناسبة مع عدد سكانها . تظهر عليها ايضاً البروتينات (أ) والحريرات (ب) المتوافرة .

(٧)- لا تشكّل الاراضي القابلة للفلاحة الا جزءاً ضئيلاً من مساحة اليابسة . فأكثر من ٧٠٪ من التربة الارضية غير صالحة للاستعمال الزراعي . وهذا ما سيحدّ من تقدم الانتاج الغذائي في المستقبل .

التغذية وعدد السكان

بفضل هذا التقدم ، الذي رافقته ايضاً امور اخرى عديدة اقل منه اهمية ، اصبح بوسع الانسان ان ينتج دوماً المزيد من الاغذية . عندما اصبح الانسان مزارعاً ، كان عدد البشر لا يتعدى العشرة ملايين نسمة ، فغدا عند ظهور المسيحية حوالى ٣٠٠ مليون نسمة ، واذا بالارض تغذّي ملياراً في منتصف القرن التاسع عشر و ١٦٥٠ مليوناً في مستهل هذا القرن وحوالى ٤ مليارات في عام ١٩٧٥ . فازدياد عدد السكان في العالم بهذه السرعة التي تضاهي سرعة ازدياد الانتاج الزراعي قد عرّض جزءاً لا بأس به من البشرية للمجاعة والفاقة في كل العصور .

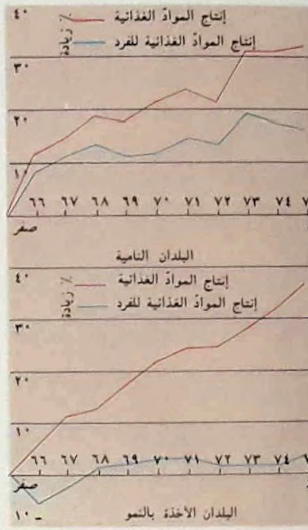
سوء التغذية بالامس واليوم

كانت المجاعة تهدد البشرية بنوع خاص في السنوات التي كانت فيها الكوارث الطبيعية (الفيضانات والجفاف وغير ذلك) تفضي الى نقص فجائي في الانتاج الغذائي . من بين المجاعات الكبرى نخص بالذكر المجاعة التي فتكت بايطاليا عام ٤٣٦ ق . م . والمجاعة التي فتكت بالهند عام ١٢٩١ ، وفي عهد قريب ، عام ١٨٤٦ ، المجاعة التي سبّبها تدهور انتاج البطاطا في ارلندا فارغمت ما يقرب من ٨٠٠٠٠٠ ارلندي على الاغتراب الى الولايات المتحدة .

في أيامنا هذه ، تضاءل خطر المجاعات . فقد تعدّى الانتاج الغذائي النمو الديموغرافي ، حتى ان بعض البلدان اصبحت قادرة الآن على تخزين احتياطي تستطيع توزيعه على البلدان المنكوبة . غير ان الامم المتحدة تقدّر عدد الذين ما يزالون لا يحصلون على غذاء كاف بأكثر من ٥٠٠ مليون شخص .

في الواقع ، يعود سوء التغذية اساساً الى سوء توزيع الموارد الغذائية . ففي أيامنا هذه ، يستهلك ثلث البشرية الاكثر يسراً نصف المواد الغذائية ، بينما يهدّد سوء التغذية الثلثين الآخرين . تجرى اليوم بحوث لاستثمار الثروات البحرية او لصنع اغذية مركّبة .

٩



(٨) - تستعمل الاسمدة الكيميائية اليوم بكميات متزايدة ، كالفوسفاتات الممثّلة في هذا الرسم البياني بملايين أطنان الفوسفور (يلاحظ هبوط الكمية ابان الحرب الثانية) . احتياطيات العناصر الرئيسية المستعملة (الفوسفور والبوتاسيوم) محدودة لسوء الحظ ، ويتطلب انتاج النترات كميات ضخمة من الغاز الطبيعي او من النفط . لذلك يسير العالم نحو نقص متزايد في الاسمدة الكيميائية .

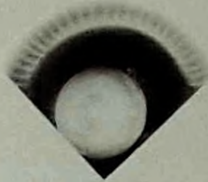
(٩) - ازداد الانتاج الغذائي خلال العشرين سنة الاخيرة بالسرعة الواحدة في البلدان المتقدمة والبلدان المتنامية . غير ان هذا الانتاج في البلدان المتقدمة قد سبق تزايد عدد السكان ، فزادت فيها حصة الطعام المتوافرة بمعدل ٢٠ ٪ ، بينما ظلت في البلدان النامية على حالها بسبب النمو الديموغرافي . فالنمو الديموغرافي يبطل مفعول الجهد المبذول لزيادة الغذاء الضروري لكل انسان كمية ونوعاً . يبدو ان الحصة الغذائية الفردية الحالية ذاتها معرضة للنقصان بشكل خطر في بعض البلدان المتنامية .

اقرأ أيضاً



(العنوان الرئيسي يشير إلى الموضوع الذي تدرسه .
اما العناوين الفرعية فهي لاستكمال البحث .)





المناخات

البحر وماء البحر

التيارات المحيطية

الامواج والمد والجزر





سلم الزمان الجيولوجي

موارد الارض المعدنية

موارد البحر المعدنية

الفحم الحجري

النفط والغاز الطبيعي

مصادر الطاقة

الطاقة في المستقبل

الموارد في خطر

التلوث الجوي

سوء استعمال الاراضي

تلوث الانهر والبحيرات

تلوّث البحار

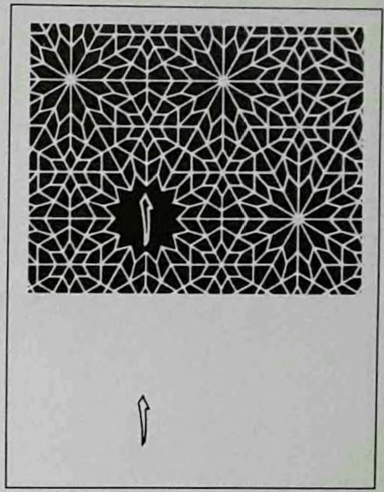
اوجه استعمال التربة

الموارد الغذائية العالمية

معجم المصطلحات الفنية

علم الجيولوجيا

اعداد
الدكتور خليل الجرّ



إبادة الأعشاب DE—WEEDING

في الزراعــة : تنقية مختلف الزراعــات من الأعشاب الضارّة بشتّى الوسائل .

الأبراميس BREAM

في علـم الحيوان : جنس سمـك نهـري من الفصيلــة الشبُّــوطيّة يعيش في المياه الجبليّة الباردة وفي الأنهر الشماليّة .

الإبطاء LATENESS

في العلوم الطبيعيّة : حالة اصليّة أو عرضيّة في الحيوان وفي النبات تؤخّر النموّ الطبيعيّ .

الأبليز MUD

في الجيولوجيا : الطين الذي تعقبه الأنهر بعد فيضانها وعودتها إلى مجاريها الطبيعيّة .

ابيضاض الدم LEUKAEMIA

تكاثر الكريّات البيضاء في الدم وظهور خلايا شاذة تؤدّي إلى سرطان الدم .

الإثمد ANTIMONY

في الكيمياءء : معـدن رصـاصي اللـون بـين الأبيض والأزرق صفيحـيّ التـركيب سريع العطب والسحق رمزه « نت » ووزنه الذرّيّ ١٢١ .

اجتذاب CAPTURE

في الجيولــوجيا : ظاهــرة جيولــوجيّة تتــمّ باجتذاب نهر ما روافد نهر آخر .

الآجرّ BRIKS

قرميد مستـطيل الشكـل منســوب القالــب يُستعمل في البناء .

الأحافير الأصليّة FIRST FOSSILS

أحافير الطبقة الأرضية الأصليّة تتعـرج فيهـا أحافير ذوات الأرجـل المجنّحـة و الحيوانـات شبــه المفصــليّة والحيوانــات الشعــاعيّة والإسفنجيّة .

الأحافير البدائيّة PRIMEVAL FOSSILS

أحافير الطبقة الأرضية البـدائيّة تتـدرج فيهـا النباتات العديمة الزهر والصنوبريّات .

الاحتراق COMBUSTION

في الكيمياء : التفاعل الكيميائيّ لمادّة تتأكسد بعامل مؤكسد ويكون مصحوباً بتولُّد حرارة ونور .

الاحتكاك FRICTION

في الفيزياء : عمل جسمين متماسّين يتحـرّك أحدهما على الأقلّ .

الاحتمال PROBABILITY

مفهوم علميّ وحتميّ للمصادفـة . وحسـاب الاحتمال مجموعة من القواعد التي تمكّن من تحديد النسبـة المئـويّة لحظـوظ حدوث حدث ما .

الإحداثيّات COORDINATES

في الرياضيّات : عناصر غايتها تحـديد موقـع نقطة على سطح أو في الفراغ بالنسبة إلى نظام مراجع معيّنة .

الاحداثيات الجغرافيّة

GEOGRAPHICAL COORDINATES

على الكرة الأرضية أو على الخرائط الجغرافيّة خطوط متقاطعة هي « خطوط الطول » و « خطوط العرض » تمكّن من تحديد موقع نقطة من سطح الأرض .

الإحداثيّات الهندسيّة

GEOMETRICAL COORDINATES

عناصر تمكّن من تعيين موقع نقطة في مستوٍ أو في الفراغ بالنسبة إلى نظام مراجع معيّنة .

حزاما فان ألّن VAN ALLEN BELTS

حزامان من جسيمات لها طاقة عالية أسرها مجال الأرض المغنطيسّي ويشكّلان عقبة في سبيل استكشاف الفضاء عن سطح الأرض . أوّل من اكتشفهما وقاسهما الدكتور جيمس فان ألّن من جامعة أيوا بالولايات المتحدة .

الإحصائيّات STATISTICS

فرع من الرياضيات المطبّقة يقوم على مبادىء ناجمة عن نظريّة الاحتمالات غايته الجمع المنهجيّ ودراسة سلاسل الأحداث والمعطيات العدديّة .

الأحفور FOSSIL

بقايا حيوانيّة أو نباتيّة أو آثارها التي يُعثر عليها محفوظة طبيعيّاً في قشرة الأرض وتعود إلى عصر ما قبل التاريخ .

الاختزال REDUCTION

في الكيمياء : اصطلاح كيميائيّ يقصد به فقد الأكسجين من مادّة ما ليتّحد مع مادّة أخرى مكوّناً بذلك مركّباً كيميائيّاً جديداً .

اختلاف المنظر PARALLAX

تغيرّ ظاهريّ في موقع الشيء وبخاصّة الجرم السماويّ المنظور بسبب من التغيرّ أو الاختلاف في مكان الناظر .

الاختمار FERMENTATION

في الكيمياء : انحلال وتحوّل الموادّ العضويّة بتأثير الخمائر .

الأخَط AGATE

في الجيولوجيا : ضرب من المرو يتميّز برسف طبقاته الملتفّة الشكل المختلفة الألوان المتداخلة .

الأخطبوط OCTOPUS

في علم الحيوان : جنس حيوانات بحريّة هلاميّة من الاخطبوطيّات الخالية الهيكل الفقريّ . أنواعه عديدة منتشرة في جميع البحار تحمل ثمانية جراميز مستطيلة تقوم عليها من الداخل محاجم كثيرة العدد تمكّنها من الالتصاق بفريستها .

الاخينوس SEA-URCHIN

جنس حيوانات بحريّة صدفيّة كروية أو صناجيّة الشكل كثيرة الشوك .

الأداة ENGINE

لفظة شاملة تستعمل للدلالة على مختلف الالات والاجهزة .

الإرائة TOPOGRAPHY

في الجغرافيا : رسم الأماكن ووصف حالتها الطبيعيّة وبخاصّة التضاريس .

أراض أوليّة PRIMARY GROUNDS

في الجيولوجيا : أوّل أراضٍ جيولوجيّة تعقب الأرض الأصليّة

أراضٍ بركانيّة VOLCANIC GROUNDS

في الجيولوجيا : الأراضي المتأتّية عن ثوران البراكين وقد تكون غنيّة غالباً بالحامض الفوسفوريّ والبوطاس .

الإراضة

GEODESY

علم هيئة الأرض ومساحتها .

الأربيان SHRIMP

أجناس وأنواع من القشريّات العشاريّة الأقدام .

الارتفاع HEIGHT

في شكل هندسّي هو أقصر مسافة بين قاعدتيه أو بين القاعدة والرأس .

الارتفاع ALTITUDE

في علم الفلك : الزاوية المحصورة بين نجم أو جسم والمشاهد ومسقط النجم على الأفق .

أرتوازيّ ARTESIAN

نعت يطلق على المياه الجوفيّة التي ترتفع عن مركز تفجيرها .

الإرجاس SOUNDING

في الجيولوجيا : تحرّي عمق الطبقات الأرضية والعناصر التي تكوّنها .

الأرخبيل ARCHIPELAGO

في الجغرافيا : مساحة من الماء فيها مجموعة من الجزائر وكذلك الجزائر نفسها .

الأردواز SLATE

في الجيولوجيا : صخر صفائحي متحول يستعمل بخاصّة لتغطية السطوح .

الإرساب CLEMSING

عمليّة صناعيّة تقوم على ترك السوائل بعض الوقت ليذهب سفلاً كلّ ما فيها من لواقط وزغل .

الأرصاد الجويّة METEOROLOGY

علم يبحث في الجوّ وظواهره وبخاصّة في الأحوال الجوّيّة والتكهّن بها .

ـ الظاهرات والأحوال الجوّيّة لمنطقة ما .

الأرض الرديئة BADLANDS

في الجيولوجيا : منطقة جرداء تقريباً جعلها التحاتّ أرضاً مليئة بالتلال المحدّدة والأخاديد الضيّقة .

أرض مُنشأة CONSTRUCTIONAL LAND FORM

في الجيولوجيا : أرض تكوّنت بعمليّات الإنشاء كالترسّب وفعل البراكين لا بفعل التأكُّل .

الأرغون ARGON

في الكيمياء : عنصر غازيّ لا رائحة له ولا لون يوجد في الهواء وفي غيره من مخاليط الغاز الطبيعي . رمزه « جو » وعدده الذريّ ١٨ ووزنه الذرّي ٣٩,٩٥ .

الأريت ARETE

في الجيولوجيا : قمّة أو حيد وعر في سلسلة جبال تكوّن بفعل الجليد .

إزاحة دوبلر DOPPLER SHIFT

في الفيزياء : إزاحة تحدث في خطوط الطيف لجسم مضيء نحو اللون الأحمر كلما ابتعد الجسم عن مكان المطياف .

الازدواج الكليّ DIMORPHISM

اختلاف الهيئة الفصليّ أو الشقّي وهو ظاهرة طبيعية تتميز بها أشكال بعض الحيوانات والنباتات التي تتبدل في مختلف فصول السنة .

الأزوت NITROGEN

في الكيمياء : عنصر غازيّ لا لون له ولا رائحة ولا طعم يكوّن حوالى ٧٨٪ بالحجم من جوّ الأرض وهو لا يتفاعل في درجات الحرارة والضغوط العاديّة ويوجد في كثير من المركّبات الفعّالة . رمزه « ن » وعدده الذرّيّ ٧ ووزنه الذري ١٤,٦٧ .

الأسّ POWER, EXPONENT

في الرياضيات : عدد أو حرف يوضع أمام عدد آخر للدلالة على قوّته (٤^٢ تعني ٤× ٤× ٤) .

الأسبستوس ASBESTOS

في الجيولوجيا : الحرير الصخريّ وهو معدن ليفيّ غير قابل للاحتراق تصنع منه الأشياء الصامدة للنار .

الإسبيداج والإسفيداج CERUSE

في الكيمياء : كربونات الرصاص الطبيعيّ ثقله النوعيّ ٦,٥ . مظهرهُ الخارجيّ بلّورات إبريّة الشكل متراصّة لونها إلى البياض وقد يكون لامعاً شفّافاً .

الاستتار OCCULTATION

في علم الفلك : حجب الضوء المنبعث من جسم سماوي بجسم آخر يعترضه ، كما هي الحال عندما يمر القمر امام نجم أو كوكب ، أو عندما يمرّ كوكب امام نجم او كوكب آخر . ويعني الاستتار خاصة كسوف الكوكب او النجم بالقمر .

الاستحجار PETRIFICATION

في الجيولوجيا : العمليّة التي تتحوّل بها بقايا النبات والحيوان إلى حجَر أو مادّة تشبه الحجر والتي تحفظ بها هذه البقايا على صورة أحافير . ويكون هذا التحوّل عملّية كيميائية .

الاستحداب GEANTICLINE

في الجيولوجيا : ارتفاع ضخم متماثل الجانبين في قشرة الأرض ويكون مقطعه على شكل نصف دائرة .

الاستشعاع FLUORESSENCE

في الفيزياء : إطلاق نور ناشىء عن امتصاص الإشعاع من مصدر آخر .

الاستقرار STABILITY

في الفيزياء : حالة جسم جامد في حالة توازن يميل الى الرجوع إلى وضعه الاساسّي إذا أُزيح .

- في الكيمياء : حالة جسم مركّب يصعب تحليله .

الاستقطاب POLARIZATION

في الفيزياء : صفة تبدو في شعاع ضوئيّ بعد انعكاسه أو انكساره وتمكّنه من نقل ذبذبات موزّعة حول هذا الشعاع توزّعاً غير متساوٍ .

الأُسرُب PLUMBAGO

في الكيمياء : معدن مركّب من الكربون رمزه « ك » يستعمل في صناعة الأقلام الرصاصيّة .

الإسقاط PROJECTION

في الجيولوجيا : عمليّة في رسم الخرائط قوامها إسقاط قسم من مسطح الأرض الكرويّ على مستوٍ مسطّح .

- في الرياضيّات : تمثيل جسم على مستو مسطّح يسمىّ مستوي الإسقاط .

الإسقاط الجغرافي

GEOGRAPHICAL PROJECTION

في الجغرافيا : عملية رسم خرائط تقوم على اسقاط السطح الكرويّ للأرض على مسطح مستوٍ .

الإسقاط السمتي

ZENITHAL PROJECTION

رسم خريطة نصف الكرة الجنوبيّ باسقاط كلّ نقطة منه على طول مستقيم ينطلق من القطب الشماليّ إلى المستوى المماس للقطب الجنوبيّ .

الإسقاط العموديّ

ORTHOGONAL PROJECTION

في الرياضيّات : إسقاط شكل على مستقيم أو على مستوٍ أو على سطح بواسطة خطوط عموديّة تنطلق من مختلف نقط الشكل .

الإسقاط المزوليّ GNOMONIC PROJECTION

إسقاط يمثّل فيه سطح الأرض مُسقطاً من مركز الكرة .

الإسمنت CEMENT

في الكيمياء : خليط من السيليكات المعقّدة يتصلّب عند خلطه بالماء ومواد أخرى مثل الرمل والحصى ويكوّن مادّة بناء متينة .

الأسيتون ACETONE

في الكيمياء : سائل طيّار حرّيف لا لون له قابل للاشتعال يذيب المواد الدهنيّة والصمغيّة والراتنجيّة ويستعمل كمخدّر .

الأسيتلين ACETYLENE

في الكيمياء : غاز لا لون له يعطي عند إشعاله لهباً أبيض شديد الحرارة .

الأشابة ALLOY

في الكيمياء : مخلوط من فلزّين أو أكثر يذوب أحدهما في الآخر في الحالة المنصهرة ثم يبرد إلى الحالة الجامدة .

الإشارة SIGNAL

العلامة . والإشارة الجبريّة هي علامة الإفادة الجبريّة وتكون على نوعين : موجبة (+) وسالبة (−) .

أشباه الزنابق CRINOIDS

في علم الحيوان : طائفة من الحيوانات البحريّة من شعبة شوكيّات الجلد تشبه أزهاراً قائمة على أعناقها عادة .

الإشراب

IMPREGNATION

في الجيولوجيا : تشتّت خام المعدن خلال الصخر بدلاً من وجوده في عرق واحد .

الإشعاع RADIATION

في الفيزياء : العمليّة التي بها تنبعث وتنتقل طاقة مثل الجسيمات دون الذريّة . وتتميّز هذه العمليّة بانتقال الطاقة في خطوط مستقيمة من مصدر خلال وسط معلوم كالهواء أو الماء أو الفراغ .

الإشعاع الشمسي INSOLATION

الطاقة الإشعاعيّة التي تصل إلى الأرض من الشمس وهي تعتمد على بعد الشمس من الأرض وطول النهار وحالة الجوّ وزاوية التعرّض .

الإشعاعيّة RADIANCE

كثافة الدفق الضوئي على سنتيمتر مربّع من سطح جسم ما .

أشعة بيتا BETA RAYS

في الفيزياء : الكترونات مشحونة شحنة سالبة .

الأشعة الأكتينيّة ACTINIC RAYS

في الفيزياء : الأمواج الطيفيّة لطاقة إشعاعيّة تسبّب تأثيراً ضوئياً كيميائياً كما هي الحال مع اللون الأخضر أو الأزرق أو فوق البنفسجي في ضوء الشمس .

الأشعّة السينيّة X-RAYS

في الفيزياء : أشعة اكتشفها العالم الألماني رونتجن وتسمّى أحياناً باسمه وهي موجات كهرطيسيّة من نوع الضوء ولكنّها ذات موج طوليّ أقصر . من المدى ٥×١٠^-٧ إلى ٦×١٠^-١٠ سم تقريباً .

أشعة غما

GAMMA RAYS

في الفيزياء : أشعة كهرطيسيّة خاصّة يبثّها الراديوم وبعض الموادّ الأخرى ذات الفعّاليّة الإشعاعيّة .

الأشعّة فوق البنفسجيّة

ULTRA-VIOLET RAYS

في الفيزياء : موجات كهرطيسيّة تقع على مدى طول الموجات بين ٤×١٠^-٥ و٥×١٠^-٧ سم ، أي بين الضوء المرئيّ والأشعة السينيّة .

الأشعة الكاثوديّة CATHOD RAYS

في الكهرباء : الأشعة المنبثقة من الكاثود عند حُدوث تفريغ كهربائيّ في غاز متخلخل .

الأشعة الكونيّة COSMIC RAYS

في علم الفلك : إشعاع معقّد مرتفع الطاقة مصدره فراغ ما بين الكواكب يؤيّن الهواء عند مروره في الجوّ وذلك عن طريق اقتلاع إلكترونات من الذرّات .

الأشعة المهبطيّة CATHOD RAYS

في الفيزياء : حزمة من الإلكترونات يبثّها المهبط في أنبوب يحتوي على غاز متخلخل .

الأشنة USNEAE

في النبات : جنس من الحزاز أنواعه عديدة جميعها نباتات خيطيّة تعيش وتنمو على الأشجار والصخور .

الإصداء REVERBERATION

في علم الصوتيّات : بقاء الصدى بعد توقّف الصوت .

الاضطراب TURBULENCE

في علم الأرصاد الجويّة : حالة تحركات للهواء غير منتظمة في الجوّ تسبّبها تيّارات حمل غير متساوية أو هواء يتدفّق فوق سطح غير مستوٍ أو رياح يمرّ بعضها ببعض بسرعات أو اتجاهات مختلفة .

الاعتدال EQUINOX

في علم الفلك : إحدى مرّتين من السنة موعدهما حوالى ٢١ مارس و٢٣ سبتمبر فيهما يتساوى الليل والنهار طولاً على وجه الأرض كلّها وتكون فيهما الشمس على سمت من يكون على خطّ الاستواء .

الاعتدالان EQUINOXES

في علم الفلك : الاستواءان وهما اثنان : الاعتدال الربيعيّ حوالى ٢١ آذار (مارس) ، والخريفيّ وهو ١٨٠° عنه حوالى ٢٢ أيلول (سبتمبر) .

الإعصار CYCLONE

منطقة من الضغط الجويّ المنخفض تتحرّك فيها الرياح تحرُّكاً حلزونيّاً نحو المركز وتكون الحركة الحلزونيّة في نصف الكرة الشماليّ عكس اتّجاه عقارب الساعة وتتّفق معه في نصف الكرة الجنوبيّ .

الإعصار العكسّي ANTICYCLONE

حركة واسعة النطاق من هواء يدور حول مركز ضغط عالٍ ويندفع خارجه : وهو يدور في اتّجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الشماليّ .

الإعصار القِمعيّ TORNADO

في علم الأرصاد الجوّية : عاصفة صغيرة نسبيّاً ولكنّها عنيفة وتصحبها سحابة كالقمع تدّور الريح خلالها بسرعات قد تصل إلى مئات الكيلومترات في الساعة . والأعاصير القمعيّة تحدث فوق اليابسة إذا ما اجتمعت ظروف جويّة معيّنة مثل ضغط منخفض ودرجة عالية من الحرارة والرطوبة .

الإعصار المائيّ WATERSPOUT

في علم الأرصاد الجوّيّة : سحاب أو إعصار على شكل قمع فوق كتلة من الماء وينشأ هذا السحاب من مزن ركاميّ وقد يتدلى حتّى سطح الماء فيسحب قطيرات منه الى أعلى .

الإعصار المداريّ TYPHOON

في علم الأرصاد الجوّيّة : إعصار آسيويّ يهبّ في المناطق المداريّة ويستمدّ معظم طاقته من تكثُّف بخار الماء .

الإفريز القارّيّ CONTINENTAL SHELF

الجزء من رصيف القارّة المغمور بماء البحر خارج المياه الإقليميّة .

الأفق HORIZON

في الجغرافيا : ما ظهر من نواحي الفلك ماساً أطراف الأرض .

الأفيون OPIUM

عصارة لبنيّة لزجة تستخرج من اجزاء الخشخاش الحاوية بعض الموادّ المخدِّرة والمنوِّمة .

الاقتران CONJUNCTION

في علم الفلك : اقتران جرمين سماويّين أو أكثر عند درجة واحدة من منطقة البروج . ويكون الالتقاء متخلفاً عندما يكون الجرم بين الأرض والشمس ومتقدّماً عندما تكون الشمس بين الأرض والكوكب .

الآكر ACRE

مساحة قياسيّة لأرض تساوي ٤٣٥٦٠ قدماً مربّعة أو ٤٠٤٨ متراً مربّعاً .

الإكزوسفير EXOSPHERE

الطبقة أو الحدود النهائيّة للغلاف الجوّيّ حيث يندر الاصطدام بين جزيئات الغاز ولا يكون هناك سوى قوّة الجاذبيّة لتستعيد الجزيئات الهاربة إلى طبقات الغلاف الجوّيّ العليا .

إكسبلورر EXPLORER

واحد من الأقمار الاصطناعية التي تطلقها الولايات المتحدة وتتبع برنامج أبحاث وتطوّرات وكالة الجيش للقذائف الباليستيّة أو برامج ناسا .

الأكسدة OXIDATION

في الكيمياء : عمليّة كيميائيّة يتمّ فيها تركيب الأكسجين مع مواد أخرى فيفعل فيها .

الأكسجين OXYGEN

في الكيمياء : غاز لا لون له ولا رائحة في درجات الحرارة العاديّة وهو أكثر العناصر وفرة من حيث الوزن في الأجزاء التي تمّ فحصها من الأرض . ويتّحد الأكسجين كيميائياً مع معظم العناصر الأخرى ليكوّن أكاسيد . رمزه «أ» وعدده الذرّي ٨ ووزنه الذرّي ١٥,٩٩٤ .

الأكسيد OXIDE

في الكيمياء : مادة ناتجة عن اتحّاد بعض العناصر بالأكسجين .

الأكمة BUTTE

في الجغرافيا : تلّ كبير عُزل بفعل التأكُّل وله جوانب شديدة الانحدار وقمّة صغيرة مسطّحة مزوّاة أو مستديرة .

الألباستر ALABASTER

في الجيولوجيا : نوع من الجبس الأبيض أو المشوب بلون آخر يُستعمل في أغراض الزينة كصناعة التماثيل .

الالتصاق ADHESION

في الفيزياء : القوّة التي تفضي إلى تجاذب الجزيئات المتباينة بعضها إلى بعض .

الالتواء WARPING

في الجيولوجيا : انحناء منطقة واسعة تبلغ عادة مئات الكيلومترات المربّعة من القشرة الأرضيّة بتأثير ضغوط هائلة وتدريجيّة تحدث تحت الأرض. وقد يؤدّي الالتواء إلى رفع مساحات واسعة أو خفضها خلال مدد زمنيّة طويلة .

الألغ ALGAE

نباتات من مستورات الأزهار التي لا تتميّز فيها الجذور والسوق والأوراق . تعيش بمعظمها في المياه العذبة والبحرية ، وتكون حمراء أو خضراء أو زرقاء .

الإلكترون ELECTRON

في الفيزياء : دقيقة ذات شحنة كهربائية

سالبة وهو أحد العناصر المكوّنة للذرّة .

الإلمنيت ILMENITE

في علم المعادن : خام من أكاسيد الحديد والتيتانيوم يوجد في الصخور البركانية وفي الرمال السوداء على طول شواطىء المحيط الاطلسي في الولايات المتّحدة .

الألومين ALUMINA

في الكيمياء : أكسيد الألومينيوم وهو جسم أساسي مركّب من الأكسجين والألومينوم يشمل بعض الحجارة الكريمة المختلفة الاسم واللون نظراً لاختلاف الأكسيد المعدني .

الألومينيوم ALUMINIUM

في الكيمياء : فلز خفيف قابل للثني أبيض فضّي يستخلص من خام البوكسيت رمزه «لو» عدده الذرّي ١٣ ووزنه الذرّيّ ٢٦,٩٨ .

الأمبير AMPERE

في الفيزياء : وحدة لتقدير التيّار الكهربائيّ قوّتها الدافعة فلط واحد ومقاومتها أوم واحد .

الامتزاز ADSORPTION

في الكيمياء والفيزياء : التصاق الذرّات أو الجزيئات أو الإيونات بسطح سائل أو جامد يلامسها .

امتصاص الضوء ABSORPTION OF LIGHT

في علم الفلك : نقص يقع في لمعان النجوم البعيدة .

الامتصاص الطيفيّ

SPECTRAL ABSORPTION

في الفيزياء : هو الطيف الذي يمكن الحصول عليه عن طريق حزم تخترق أجساماً قليلة الإشفاف فتكون أطياف الأجسام الصلدة متّصلة . أمّا أطياف الامتصاص الناجمة عن العناصر الغازيّة فتختلف باختلاف الغازات .

الأمُّونيَّة AMMONITE

في علم الحيوان : صدفة متحجّرة ملتفّة من أصداف بعض الرخويّات المنقرضة .

الأميانت ASBESTOS

الحرير الصخريّ وهو معدن ليفيّ غير قابل للاحتراق تُصنع منه الأشياء الصامدة للنار .

الأنتاركتيكا ANTARCTICA

في الجغرافيا : قارة غير مأهولة واقعة حول القطب الجنوبيّ .

الأنتراسيت ANTHRACITE

في علم طبقات الأرض : فحم صلد أسود ذو بريق يحترق بحرارة عالية وهو وقود ممتاز .

الانتشار PROPAGATION

كلمة تستعمل لوصف الطريقة التي تنتقل بها موجة كهرطيسيّة مثل إشارة رادار أو إشارة توقيت أو إشعاع ضوئيّ من نقطة إلى أخرى .

الانتضاح الحراريّ THERMO-OSMOSIS

ارتحال الماء من طبقات التربة الدافئة إلى الطبقات الباردة .

الانتظاميّة UNIFORMITARIANISM

في الجيولوجيا : نظريّة تقول إنّ القوى الجيولوجية من رياح وتيّارات وأمواج التي نراها تعمل اليوم كانت تعمل أيضاً باستمرار في الماضي .

انتقال الحرارة HEAT TRANSFER

في الفيزياء : واحدة من ثلاث طرائق لنقل الطاقة الحراريّة من مكان إلى آخر وهي : التوصيل من خلال الجوامد أو السوائل الساكنة ، و الحمل بواسطة الغازات والسوائل المتحركة ، والإشعاع بواسطة طاقة

الأشعاع الحراريّ .

الاندماج FUSION

في الكيمياء : العمليّة التي بها تتّحد نواتا ذرّتين خفيفتين لتكوين نواة واحدة للذرّة أثقل وينتج عن ذلك انطلاق كميّة من الطاقة أكبر من تلك التي تنطلق من التفاعلات الكيميائية بين ذرّتين .

الاندماج الذرّيّ ATOMIC FUSION

في الفيزياء : دفع نوى ذرّات معيّنة على التضامّ تحت تأثير طاقة كبيرة فيؤدّي ذلك إلى إنتاج ذرّات جديدة أكثر تعقيداً وإطلاق كميّات كبيرة من الطاقة .

الاندماج النوويّ

NUCLEAR FUSION

في الفيزياء : تفاعل نوويّ تتّحد فيه نوى ذرّات خفيفة لتكوّن نوى أثقل منها فتنطلق عن ذلك كميّات كبيرة من الطاقة .

الانزلاق الصخريّ ROCKSLIDE

في الجيولوجيا : تحرّك قطع من الصخور إلى أسفل على سطح منحدر ، ويكون سريعاً في المعتاد . وهو كذلك كتلة الصخر الناتجة عن هذا التحرّك .

إنسان بكين PEKING MAN

في علم الاحاثة : إنسان بدائي دلّت عليه بقايا حفريّة عُثر عليها في كهف بالقرب من بكين في الصين ويعتقد أنّه كان يعيش قبل ٥٠٠٠٠٠ سنة .

إنسان العصر الحجريّ الحديث

NEOLITHIC MAN

الإنسان العاقل الذي عاش في العصر الحجريّ المتأخّر وقد عُرف بتطويره للمصنوعات الخزفيّة والأدوات الحجريّة والنسيج وتدجين الحيوانات .

إنسان كرومانيون CRO-MAGNON MAN

في علم الإحاثة : سلالة من إنسان ما قبل التاريخ عاشت في القارّة الأوروبيّة في طور انحسار المثلجة الأخيرة . وإنسان كرومانيون هُوَ جدّ الإنسان العاقل الحاليّ .

إنسان نيندرتال

NEANDERTHAL MAN

أحدث أنواع الإنسان المنقرضة وكان رحّالاً يسكن الكهوف ويستخدم أدوات حجريّة . كان يتميّز بفكّ يكاد يكون غير ذي ذقن وببروز في حيّد الحاجب وذراعين طويلتين ورجلين قصيرتين .

الإنش INCH

في الرياضيات : وحدة طول أنجلوسكسونيّة تساوي ٢,٥٤ سنتيمتراً .

الإنشطار FISSION

في الكيمياء والفيزياء : انفلاق نواة ذرّة الى جزئين أو أكثر تكاد تتساوى حجماً ؛ ويكون هذا الانفلاق مصحوباً بكميّة كبيرة من الطاقة .

الإنشطار الذرّي ATOMIC FISSION

في الفيزياء : العملية التي تنشطر بها نوى الذرّات وينتج عنها إطلاق الطاقة .

الانشطار النوويّ

NUCLEAR FISSION

في الفيزياء : انقسام نواة ذرّة إلى أجزاء متساوية الكتلة تقريباً . وقد يحدث هذا الانقسام طبيعياً بالانشطار التلقائيّ أو اصطناعياً نتيجة لقذف النواة بالنيوترونات .

الانشقاق CLEAVAGE

في الجيولوجيا : خاصيّة نزوع بعض المعادن والصخور إلى الانشقاق إلى صفائح متقاربة ومتوازية .

الانضمام COALESCENCE

اندماج قطيرات أو جسيمات من مواد متشابهة أو تجمعّها بعضها إلى بعض .

الإنعكاس REFLECTION

في الفيزياء : تغير اتجّاه الموجات الضوئية أو الحراريّة أو الصوتيّة بعد وقوعها على سطح عاكس .

الأنغستروم ANGSTROM

في الفيزياء : جزء من مائة مليون جزء من السنتيمتر أو ١٠-^٨ .

الانكشاف EMERGENCE

في الجيولوجيا : عمليّة يجف بها قاع البحر أو البحيرة إمّا بانخفاض مستوى الماء أو بارتفاع الأرض .

الأنهيدريت ANHYDRITE

في علم المعادن : كبريتات الكلسيوم اللامائي وهو أقسى من الجصّ .

الأنود ANODE

في الكيمياء والفيزياء : القطب الذي يتخلّ عنده عنصر أو إيون عن الإلكترونات .

الأنيون ANION

في الكيمياء والفيزياء : الإيون السالب وهو إيون يحمل شحنة سالبة وهو يتجّه نحو القطب الموجب في المحلول الكهربائيّ تحت تأثير تيّار كهربائيّ .

الإهليلج ELLIPSE

منحنٍ مسطّح محدّب مُغلق له محورا تماثل وتكون كل نقطة من نقطه بحيث ان مجموع مسافتيها إلى نقطتين ثابتتين تسمّيان « بؤ رتين » يظلّ ثابتاً .

الأوزون OZONE

في الكيمياء : صورة جزيئيّة للأكسجين يكون فيها جزيؤه ذا ثلاث ذرّات من الأكسجين بدلاً من ذرّتين كما هي الحال في جزىء الاكسجين العاديّ .

الأوقيانوغرافيا

OCEANOGRAPHY

علم المحيطات وهو العلم الذي يتناول أشكال المحيطات ومحتواها وسلوكها وتأثيراتها .

أوّل أكسيد الكربون

CARBON MONOXIDE

في الكيمياء : مركّب من الكربون والأكسجين لا لون له ولا طعم وهو سامّ جدّاً .

أوليّات الأشعة الكونيّة الثقيلة

HEAVY COSMIC RAY PRIMARIES

نوى موجبة الشحنة للعناصر التي يزيد ثقلها عن ثقل الهيدروجين والهيليوم حتى نواة الحديد (التي لا تدخل ضمنها) . تكوّن هذه النوى الموجبة حوالى ١٪ من مجموع جسيمات الأشعة الكونيّة .

الإيراق FOLIATION

في الجيولوجيا : الترتيب المتوازي للمعادن في الصخر ممّا يعطيه تركيباً طبقيّاً أو ورقيّ الشكل .

الإيسوبار ISOBAR

خطّ تساوي الضغط الجوّيّ وهو خطّ مرسوم على خريطة من خرائط الأحوال الجوّية يربط أو يحدّد تلك المواطن من سطح الأرض التي يتساوى فيها الضغط البارومتري في فترة معيّنة أو طوال فترة بعينها .

الإيكوسفير ECOSPHERE

في علم الفلك : المنطقة التي يحدث فيها الإشعاع الشمسّي شروطاً ملائمة للحياة كما هي معروفة على الأرض وهي تمتد من مدار

الزهــرة إلى مدار المرّيخ . وإلى عام ١٩٦٠ كان الاعتقاد سائداً بأن حياة متطورة يمكن أن توجد في المنطقة بكاملها .

الايون ION

في الفيزياء والكيمياء : ذرَّة أو مجموعة ذرّات اكتسبت أو فقدت إلكتروناً أو أكثر وتحمل شحنة كهربائيّة سالبة أو موجبة .

الايّونوسفير IONOSPHERE

الطبقة الخارجيّة من غلاف الأرض الجوّي حيث تقوم إشعاعات الشمس بتأيين ذرّات هذا الغلاف الجوّي وجزيئاته وإثارتها كهربائيّاً . يختلف ارتفاع هذه الطبقة من وقت إلى آخر خلال اليوم ومن فصل إلى فصل بالنسبة للمكان الواحد .

ب

الباثوليت BATHOLITH

في الجيولوجيا : كتلة ضخمة من صخر ناريّ ناجم عن صهارة لم تبلغ قمةّ البركان وتوقفت في ارتفاعها عند نقطة ما تحت سطح الأرض .

البار BAR

في الفيزياء : وحدة معياريّة لقياس الضغط الجوّيّ تساوي مليون « داين » على السنتيمتر المربّع .

البارومتر BAROMETRE

جهاز لقياس الضغط الجويّ يُستخدم للتنبّؤ بالطقس ولتعيين التغيرُّ في الارتفاع .

الباريوم BARIUM

في الكيمياء : معدن أبيض فضّي محدود الاستعمال الصناعيّ رمزه « با » ووزنه الذريّ ١٣٧,٦٣ وعدده الذرّي ٥٦ ينصهر في ٧١٠° س .

البازالت BASALT

في الجيولوجيا : صخر ناريّ رماديّ أو أسود دقيق الحبيبات يحتوي على معدني البلاجيكولاز والبيروكسين .

البال WHALE

في علم الحيوان : جنس حيوانات لبونة مائيّة من فصيلة الباليّات ورتبة الحيتان ، كبير الجثة ضخم الرأس عادم الأسنان والزعانف الظهريّة يُصاد من أجل دهنه المعروف بزيت السمك وعظامه الشائعة الاستعمال الصناعيّ .

الباليوغرافيا PALEOGRAPHY

في الجيولوجيا : فرع من الجيولوجيا التاريخيّة المتعلّقة بالتوزيع القديم للقارات والمحيطات

البترول PETROLEUM

في الجيولوجيا : سائل زيتيّ يوجد في الطبيعة يتراوح لونه بين لون الكهرمان واللون الاسود . وهو الزيت الخام أو المادّة الخام التي يستخرج منها الغازولين والبرافين والأسفلت . وكذلك الخليط الذي يتكوّن أساساً من عدّة مركّبات هيدروكربونيّة مختلفة .

البتشبلند PITCHBLENDE

في الجيولوجيا : معدن اليورانيت الذي يتكوّن معظمه من ثاني أكسيد اليورانيوم وهو خام معدنيّ كثيف أسود لامع يحتوي على اليورانيوم والراديوم والثوريوم والرصاص . وهو الخام الرئيسّي لليورانيوم .

البجادي GARNET

أو البَنَفْش : هو العقيق الأحمر .

البحيرة الجبليّة TARN

في الجغرافيا : بحيرة صغيرة تحتلّ حوضاً أو دارة حفرتها مثلجة جبليّة .

البذّارة DRILL

آلة تزرع البذور على أعماق متساوية وفي

خطوط متساوية .

البرّ الرئيسي MAINLAND
في الجغرافيا : الجزء الرئيسّي من بلاد أو من قارّة تمييزاً له عن الجزائر الواقعة على ساحله .

البَراح WASTE LAND
الأرض البائرة أو الحرجيّة نبتت أو تنبت فيها الأشجار التي توافق ترتبها وإقليمها .

البرّاد REFRIGERATOR
بناء يستوفي شروط البرد والرطوبة خصصّ لاستيعاب كميّات كبيرة من الإنتاج الزراعيّ والحيوانيّ لحفظها من العطب مدّة من الزمن .

البرافين PARFFIN
نوع من الشمع الأبيض يُستخرج من النفط

البرخان BARKHANE
في الجيولوجيا : كثيب هلاليّ الشكل قليل الارتفاع .

البرَد HAIL
كريّات ثلجيّة تتكوّن من قطرات متجمّدة من المطر يحملها سحاب المزن الركاميّ .

البرزخ ISTHMUS
في الجغرافيا : شريط ضيّق من اليابسة يصل بين مساحتين كبيرتين من اليابسة أو بين مساحة كبيرة من الأرض وشبه جزيرة .

البرعان ROACH
في علم الحيوان : جنس سمك من فصيلة الشبابيط يعيش في المياه العذبة .

البرفير PORPHYRY
في الجيولوجيا : صخر ناريّ مكوّن من بلّورات كبيرة في لحمة من حبيبات المعادن الرقيقة . ويُسمّى الراسب عادة تبعاً للمادّة الغالبة فيه كالبرفير الغرانيتي والبرفير البازلتي .

البرق LIGHTNING
في علم الأرصاد الجوّية : تفريغ للكهرباء السكونيّة يحدث بين السحب أو بين سحابة وسطح الأرض .

البركان VOLCANO
في الجيولوجيا : فتحة أو منفذ في سطح الأرض خرج أو يخرج منه صخر منصهر .

البركة POND
وهدة طبيعيّة أو صنع اليد مكشوفة تجمع فيها الماء وتحصره . وقد تدعى حوضاً عندما تخصّص لتربية الأسماك .

البروتون PROTON
في الفيزياء : جسيم دون ذرّي كتلته الذرّية تساوي واحداً ويحمل شحنة كهربائيّة موجبة تساوي واحداً . وهو يكوّن نواة الهيدروجين المعتاد ويوجد منه واحد على الأقلّ في نواة كلّ ذرّة .

البروتين PROTEIN
في الكيمياء : واحد من مجموعة كبيرة من مركّبات عضويّة يتكوّن من عدد كبير من جزيئات الأحماض الأمينيّة متّصلة في ما بينها لتكوّن جزيئاً واحداً كبيراً . وتحتوي البروتينات على موادّ الكربون والهيدروجين والأزوت . وهي من المكوّنات الأساسيّة لجميع الكائنات الحيّة .

البُروض LOW-WATER MARK
أدنى مستوى يهبط إليه ماء النهر وكل ماء نابع في السنة .

البروم BROMINE
في الكيمياء : عنصر قريب الشبه بالكلور وهو سائل بنّي اللّون ضارب إلى الصفرة ذو رائحة كريهة . رمزه « بر » وعدده الذرّي ٣٥ ووزنه ٧٩,٩١ .

البرونز BRONZE

في الكيمياء : أشابة من النحاس والقصدير تشتمل في بعض الأحيان على نسب قليلة من عناصر أخرى مثل الزنك أو الفوسفور .

البريشة BRECCHIA

في الجيولوجيا : صخر مؤلّف من شظايا زاويّة متلاحمة .

البزموت BISMUTH

في الكيمياء : معدن أبيض اللون أربد سريع القصف سهل الانسحاق صفائحيّ متبلّر ينصهر تحت درجة ٢٦٨ س . رمزه « بز » وعدده الذرّي ٨٣ ووزنه الذرّيّ ٢٠٨,٩٨ .

البصريّات OPTICS

في الفيزياء : دراسة الضوء والرؤية . وتتناول البصريّات دراسة الظواهر المتعلّقة بالإشعاعات الكهرطيسيّة التي تقع تردّداتها بين تردّدات الأشعة السينيّة والموجات الدقيقة .

البصريات الألكترونيّة ELECTRON OPTICS

فرع من الإلكترونيّات يبحث في خصائص شعاعات الإلكترونات المجانسة لخصائص أشعّة الضوء .

البصلة BULB

في الزراعة وعلم النبات : ساق أرضيّة مستديرة منتفخة تحضن برعمة رئيسة .

بطانات المكبح BRAKE LININGS

أدوات الحكّ التي تؤمن في المكبح توقيف السيّارة أو سواها .

بطن الأرض SUBSOIL

في الجيولوجيا : الطبقة الترابيّة بين التربة وصخر الأدمة وقد لا يكون بها مادّة عضويّة ما وقد تحتوي على قليل منها .

البغماتيت PEGMATITE

في الجيولوجيا : صخر ناريّ خشن الحبيبات يوجد على هيئة جدار أو عرق كبير يتركّب معظمه من بلّورات كبيرة من المرو والفلسبار في الغرانيت وقد يحتوي أيضاً على عناصر أخرى .

البقول VEGETABLES

كلمة شاملة تعني جميع النباتات العشبيّة المأكولة وهي إمّا بقول بصليّة كالبصل والكرّث والثوم وإمّا ثمرية كالخيار والقرع والأرضي شوكي أو جذرية كالجزر والفجل والشوندر ، أو حبّيّة كالفول والفاصوليا والحمّص أو ناشفة كالباميا وأشباهها أو ورقية كالخسّ والهندباء والجرجير .

البكتيريا BACTERIA

في علم الاحياء : كائن مجهريّ ذو خليّة واحدة يعيش في الماء والتربة والهواء والموادّ العضويّة الحيّة وغير الحيّة . يحدث بعضها المرض ويقوم بعضها الآخر بتحليل المواد العضويّة .

البلاّديوم PALLADIUM

في الكيمياء : معدن أبيض يُستخرج عادة من البلاتين أو من بعض مناجم الذهب شديد الصلابة لا يتأثّر بالماء والهواء ولا يتفاعل مع الحوامض ويستعمل في صناعة الأدوات الدقيقة الثمينة . رمزه « بلد » وعدده الذرّي ٤٦ ووزنه الذرّي ١٠٦,٤ .

البلازما PLASMA

في الفيزياء : مادّة عالية التأيُّن فيها اعداد متساوية من النويّات الذرّية المؤيّنة والإلكترونات الطليقة .

البلانكتون PLANKTON

في علوم الأحياء : الحيوانات والنباتات

المجهريّة أو شبه المجهريّة الطافية أو السابحة في ضعف على سطح الماء .

البلانيتاريوم PLANETARIUM

جهاز يظهر حركات الشمس والقمر والكواكب السيّارة والنجوم بتسليط النور على داخل قبّة .

البلانيسفير PLANISPHERE

خريطة تُظهر في مستوٍ واحد نصفي الكرة السماويّة أو الأرضية .

البُلدر POLDER

أرض منخفضة مستصلحة من البحر .

بلديّ INDIGENOUS

ما كان من مواليد بلدة من نبات وحيوان .

البلطيّات CICHLIDS

في علم الحيوان : فصيلة أسماك من شائكات الزعانف تعيش في المياه العذبة التي تبلغ حرارتها ٢٠° س وما فوق .

البلكسيغلاس PLEXIGLAS

راتنج تركيبي يستعمل كزجاج للوقاية .

البلّورة CRYSTAL

في الجيولوجيا : كل جامد متجانس لذرّاته نظام مخصوص .

البليني BLENNY

سمك صغير يألف الشواطىء الصخريّة .

البَنَفش GARNET

أو البجادي : هو العقيق الأحمر .

البنية الذرّيّة ATOMIC STRUCTURE

في الكيمياء والفيزياء : تركيب مكوّنات الذرّة : النواة التي تتكوّن من البروتونات والنيوترونات والغلاف أو الأغلفة المحيطة التي تتكوّن من الإلكترونات .

بنيويّة الأديم TECTONICS

في الجيولوجيا : جزء من علم الأرض يبحث في بنية القشرة الأرضيّة وما ينشأ فيها من تغيرّات بفعل القوى الباطنيّة .

البوتان BUTANE

في الكيمياء : واحد من هيدروكربونين غازيّين من متسلسلة الميثان لهما الصيغة الجزيئيّة ذاتها ولكنّهما يختلفان في تركيبهما باختلاف اتّصال كلّ ذرّة كربون بذرّات الكربون الثلاث الأخرى .

البورون BORON

في الكيمياء : عنصر لا فلزيّ لا يوجد في الطبيعة حرّاً ويحصل عليه إمّا مسحوقاً لا بلّوريّاً بنّي اللون أو بلّورات شديدة الصلابة . رمزه « ب » وعدده الذرّيّ ٥ ووزنه الذرّيّ ١٠,٨٢ .

البؤرة FOCUS

في الفيزياء : النقطة التي تلتقي فيها الأشعة المتوازية بعد انعكاسها أو انكسارها .

- في علم البصريّات : مركز تجمّع الضوء بعد مروره من خلال عدسة .

البورَق BORAX

في الجيولوجيا : ملح معدنيّ طبيعيّ مركّب من الصوديوم يكثر وجوده في التيبيت وإيران وكليفورنيا . ثقله النوعي ١,٧ وهو قلويّ المذاق يُستعمل في عدّة صناعات .

البوصلة COMPASS

آلة تتألف من ميناء ومن إبرة ممغنطة تتحرّك فوقه على محور وتشير دائماً إلى اتجاه الشمال .

البوطاس POTASH

في الكيمياء : أكسيد البوطاسيوم يُعتبر من الوجهة الزراعيّة عنصر الغذاء الثالث بعد الأزوت والحامض الفوسفوريّ . يدخل في تكوين بعض الزلاليّات وفي جميع النباتات أيّاً كان نوعها .

البوَغ SPORE

فـي علـم النبــات : جســم صغــير من اللازهــريّات وظيفتــه إحــداث التناســل اللاشقيِّ .

البوغيّات SPOROZOA

في علم الحيوان : شعبة من الحيوانات الدنيا الأوالي ، منها البوغيّات الدمويّة التي تعيش في كريات الـدم والبـوغيّات المخـاطيّة التـي تعيش بوجه عام كطفيليّات في الأسماك .

البوكسيت BAUXITE

في الجيولوجيا : أهـم خامـات الألــومينيوم يتــكوّن أساســاً من أكسيد الألــومينيوم أو هيدروكسيده مختلطاً بشوائب مختلفة .

البويضة OVULE

في علم الحيوان : مادّة حيويّة تتكوّن ضمن المبيض في النبـات والحيوان وتؤمــن بعــد إخصابها استمرار حياة النوع .

البويغة SPORE

في علـم النبـات : بذرة النباتـات خفيفـات التزاوج أو عديمات الأزهار .

البئر الأرتوازية ARTESIAN WELL

بئرعميقة يندفع فيها الماء إلى أعلى نتيجة ضغط داخليّ .

البيروكسين PYROXINE

مجموعــة من سيليكات الحــديد والمغنيزيوم والكلسيوم وغيرها .

البيريت PYRITE

في الكيمياء : معدن أصفـر مؤلّف من ثانـي كبريتيد الحديد .

ت

تأجّج الشمس SOLAR FLARE

ظاهرة شمسيّة تسبّب انبعاث الأشعّة فوق البنفسجيّة والانبعاث الجسيميّ في المنطقة المحيطة بالشمس وهي تؤثّر على تكوين الإيونوسفير وتتداخل مع المواصلات اللاسلكيّة .

التأفُّق ADVECTION

في الفيزياء : انتقال الحرارة في اتّجاه أفقيّ .

التأفُّق الهوائيّ ADVECTION

الحركة الافقية لكتلة من الهواء قد تنشأ عنها رياح شديدة السرعة .

التأكسد OXIDATION

في الكيمياء : اتّحاد مادّة بالأكسجين وإذا كانت المادّة المتّحدة عنصراً سُمّي ناتج الاتّحاد أكسيداً . وقد يكون اتّحاد المادّة بالأكسجين مصحوباً بحرارة فيدعى التأكسد احتراقاً .

التأكُّل EROSION

في الجيولوجيا : مجموعة من العوامل الخارجيّة كالمطر والريح والجليد وغيرها التي تغيّر شكل التضاريس عن طريق انتزاع بعض الموادّ منها .

التأيُّن IONIZATION

في الكيمياء والفيزياء : عمليّة يتمّ بها توليد الإيونات من الجزيئات أو الذرّات .

التبخّر EVAPORATION

في الفيزياء : تحوّل بطيء لسائل إلى بخار دون أن يصل ضرورة إلى درجة الغليان .

التريب EARTHWORK

في الزراعة : نقل التراب الزرعيّ الحسن التركيب وبسطه على أرض قليلة الخصب بقصد تحسينها .

التجاذب التثاقلي

GRAVITATIONAL ATTRACTION

التجاذب الذي يؤمن لكل جسم ثقله محاولاً دفعه باتّجاه مركز الأرض والذي يحفظ السيّارات حول الشمس

التجوية WEATHERING

في الجيرلوجيا : تفتّت الصخور والمعادن وتحلّلها بفعل العوامل الجويّة .

التحات CORROSION

في علم طبقات الأرض : بلى الصخور بفعل الرياح والمياه .

التخالف DISCONFORMITY

في الجيولوجيا : مساحة تفصل بين طبقتين متوازيتين من الصخور الطباقيّة ناشئة عن تأكُّل طبقة منهما غُطِّيت في ما بعد بطبقة صخر أخرى .

التحجُّر LITHIFICATION

في الجيولوجيا : العمليّات التي تتحوّل بها الرواسب المختلفة إلى صخور .

التحليل الطيفيّ SPECTRAL ANALYSIS

في الفيزياء : عمليّة دراسة الأطياف الغازيّة

التي تختلف باختلاف الغاز لمعرفة نوع الغاز الذي يدرس طيفه .

التحوال METASOMATISM

في الجيولوجيا : تحوّل ينطوي على تغيرّات في تكوين الصخور الكيميائيّ وفي نسيجها أيضاً .

التحوُل METAMORPHISM

في الجيولوجيا : عملية تغيرُّ الصخور فيزيائيّاً وكيميائياً بفعل الحرارة والضغط والمحاليل الكيميائيّة في قشرة الأرض .

التحوّل التماسّي

CONTACT METAMORPHISM

في الجيولوجيا : التغيرّات التي تحدث في الصخر في مكان ملامسته كتلة ناريّة أو بالقرب من هذا المكان .

تحوُليّة METAMORPHISM

في الجيولوجيا : تغيرّ بنية الصخور الناشىء عن الضغط والحرارة .

التداخل INTERFERENCE

ظاهرة تحدث في الصوتيات والبصريّات بنوع خاصّ يسبّبها تراكب موجتين أو أكثر .

التدفُق FLUX

في الفيزياء : كميّة من المادّة أو الطاقة أو القوّة أو القدرة تمرّ خلال مساحة معيّنة في زمن معلوم .

التذرية DEFLATION

في الجيولوجيا : عمليّة حتّ الريح للأرض بنقلها جسيمات التربة والصخور من مكان إلى آخر .

الترابط CORRELATION

في الجيولوجيا : تعيين العمر الجيولوجي المكافىء أو المناظر لطبقتين متباعدتين أصلهما من تكوين واحد .

التَراق OYSTER

حيوان ذو صدف يعلق في الصخور في الماء الملح هو المحار المألوف .

التربة SOIL

في علم طبقات الأرض : الجزء من سطح الأرض الذي يحتوي على خليط من دقائق الصخور والمعادن والموادّ العضويّة التي تساعد على نموّ النبات . وعلى العموم هي كل المادّة المتفككة المتجوية فوق صخر الأدمة .

التربة التحتانيّة SUBSOIL

في الجيولوجيا : الطبقة الترابية بين التربة وصخر الأدمة ولا يكون بها مادّة عضويّة ما ، أو قد تحوي قليلاً منها .

التربة الرّغاب

PERMEABLE SOIL

هي التربة التي ينفذ منها الماء أو بالأحرى هي التربة التي يمنعها تركيبها من حفظ الماء .

التربة الرمليّة SILICIOUS SOIL

التربة التي تحوي من ٦٠ إلى ٨٠٪ من الرمل .

التربة الطباشيرية

CRETACEOUS GROUND

تربة تعود إلى الحقبة الثانية ومعظم تراب هذه الحقبة من الطباشير .

التربة الطينيّة CLAYISH SOIL

تربة تحوي من الطين أو الصلصال ٣٠٪ وما فوق .

التربة العليا TOPSOIL

في الجيولوجيا : طبقة رقيقة يتراوح عمقها عادة بين ١٥ و٤٥ سنتيمتراً من الموادّ المتفكّكة السطحيّة التي يكون نصف حجمها من جسيمات معدنيّة أو صخريّة ونصفها الآخر من الدُبال ومن أحياز يملؤها الماء والهواء .

التربة الكتيم WATERTIGHT SOIL
تربة تمسك الماء وتمنع نفوذه كالتربة الطينيّة مثلاً .

التربة الكلسيّة CALCAREOUS SOIL
تربة تحوي من ٢٠٪ وما فوق من كربونات الكلس .

التربة المبتورة TRUNCATED SOIL
في الجيولوجيا : تربة فقدت بعض طبقاتها العليا بالحتّ أو التعرية .

التربة المندمجة COMPACT GROUND
هي التربة المنكمشة المتماسكة الجزيئات .

التردّد FREQUENCY
في الفيزياء : عدد الموجات او الدورات التي تخرج من نقطة معلومة أو تصل إليها في الثانية . وأكثر ما تستعمل هذه الكلمة في التيّار الكهربائيّ المتردّد وموجات الضوء والصوت .

الترسب PRECIPITATION
في الجيولوجيا والفيزياء : ما يحصل عند انفصال جسم من المادّة المائعة التي كان عالقاً بها وهبوطه إلى أسفل .

الترعة CANAL
في الجغرافيا : مجرى ماء محفور يستمد ماءه من النهر إذا كان للريّ أو للملاحة الداخليّة ومن البحر إذا كان للملاحة البحريّة .

التركيز DOSING
إضافة ما يجب من مواد عادمة الفعّاليّة على المواد الفعّالة لجعلها صالحة للاستعمال دون أذى .

التروبوبوز TROPOPAUSE
منطقة الركود وهي المنطقة الواقعة في أعلى التروبوسفير والتي لا تتغيرّ فيها درجة الحرارة مع الارتفاع .

التروبوسفير TROPOSPHERE
في علم الأرصاد الجوّيّة : الطبقة السفلى من الغلاف الجوّيّ حيث تتناقص درجة الحرارة بالارتفاع . وهي تتميز باضطرابات هوائيّة تسبّبها تيّارات الحمل وتتراوح سماكتها بين ٩٠٠٠ و١٨٠٠٠ متر .

التروتة TROUT
في علم الحيوان : جنس أسماك نهريّة وبحريّة من السلمونيّات .

التسارع ACCELERATION
في الميكانيكا التسارع هو تغير سرعة جسم متحرّك في اتّجاه ما في وقت معينّ ، ويزداد التسارع بازدياد القوّة المؤثّرة على الجسم المتحرّك .

التساقط PRECIPITATION
في علم الأرصاد الجوّيّة : ما يسقط من مطر أو ثلج أو ندى .

التسجّق BOUDINAGE
في الجيولوجيا : تكوين سجقيّ أكثر صلابة من الطبقات الصخريّة التي تكتنفه .

التسونامي TSUNAMI
في علم الأرصاد الجوّيّة : موجة عاتية تنشأ عن زلزال أو انفجار بركانيّ في قاع المحيط ويكون ارتفاع جبهة الموجة بضعة أمتار في البحر ولكنها قد ترتفع إلى ثلاثين متراً عندما تجتاز الماء الضحل إلى الشاطيء .

التسوية GRADATION
في الجيولوجيا : العمليّة التي تؤدّي بسطح الأرض إلى الاستواء بفعل التأكُل والنقل والترسُّب .

تشتّت الضوء DISPERSION OF LIGHT
في الفيزياء : تحلل حزمة ضوئيّة مركّبة إلى إشعاعاتها المختلفة .

التشوّه DEFORMATION

في الجيولوجيا : كلّ تغيّر في الحجم أو الشكل في قشرة الأرض أو في كُتل الصخور ناتج عن القوى التي تسبّب الطيّات والصدوع والانسياب اللدن .

التشويهيّة

DIASTROPHISM

في الجيولوجيا : عمليّة التشويه التي تغيّر شكل القشرة الأرضيّة محدثة القارّات والجبال والتضاريس المختلفة .

التضاغطيّة ISOSTASY

- في الفيزياء : الخضوع لضغط متساوٍ من جميع الجهات .
- في الجيولوجيا : توازن القشرة الأرضيّة .

التضامّ ACCRETION

في الجيولوجيا : ازدياد حجم الموادّ غير العضويّة بانضمام جسيمات إليها من الخارج .

التضريس RELIEF

في الجغرافيا : فرق أو اختلاف في ارتفاع سطوح الأرض .

التطوّر EVOLUTION

في علم الأحياء : عمليّة النموّ المستمرّ لنوع ما من الكائنات الحيّة منذ بدء أطوار حياتها الأولى .

التعاكس INVERSION

في الجيولوجيا : ظاهرة تبدو في تضريس طبيعيّ يتطوّر بحيث يصبح تقريباً معكوساً لما كان عليه من قبل .

التعرية DENUDATION

في الجيولوجيا : اكتساح غطاء التربة أو الصخر حتى ينكشف التكوين الصخري تحتها .

تغوُّر الأودية EPIGENESIS

في الجيولوجيا : تكوّن الأودية مستقلّة عن طبيعة الأرض .

تغيُّر أديابيتي ADIABETIC CHANGE

تغيُّر يلحق المادّة دون ان يحدث أي انتقال للحرارة منها أو إليها .

تغيّر الحالة CHANGE OF STATE

في الفيزياء : انتقال المادّة من صورة إلى صورة أخرى انتقالاً ينتج عنه تغيُّر معيّن في الخواصّ الفيزيائيّة لتلك المادّة كتحوّل الماء إلى جليد أو إلى بخار .

التفريع DENDRITE

في الجيولوجيا : نمط ذو فروع في كتلة صخر أو في معدن أو على سطحهما نشأ عن تبلُّر مادّة معدن آخر .

التفلور FLUORESCENCE

في الفيزياء : إطلاق ضوء ناشيء عن امتصاص الإشعاع من مصدر آخر .

تقدّم الاعتدالين

PRECESSION OF EQUINOXES

تقدّم سنويّ لموعد الاعتدال يحدثه تقهقر النقطة الاعتداليّة نتيجة مباشرة لحركة تقدّم محور دوران الأرض في الفضاء .

التقزُّح DISPERSION

استحالة الضوء الأبيض إلى الأضواء ذات الألوان المتدرّجة من الحمرة إلى البنفسجية بواسطة موشور من الزجاج .

تقطيب الضوء POLARIZATION OF LIGHT

الضوء العاديّ يتكوّن من ذبذبات كهربيّة (ك) وأخرى مغنطيسية (م) تحدث في جميع المستويات التي تشمل الشعاع . هذه الذبذبات تكون متعامدة على مسار الضوء بمعنى أن الضوء هو حركة موجيّة مستعرضة .

مع كل ذبذبة (ك) تكون الذبذبة (م) المرافقة متعامدة عليها . وعلى هذا ففي الضوء المقطّب في مستوٍ تكون الذبذبات (ك) في مستوٍ واحد يسمّى مستوى التذبذب (م) . ومن ثم فإن الذبذبات (م) تقع أيضاً في مستو واحد . والمستوي العموديّ على هذا المستوي يسمّى التقطيب .

التقعّر الإقليميّ GEOSYNCLINE

في الجيولوجيا : ميل أو اعوجاج من الجانبين إلى أسفل في قشرة الأرض يمتدّ على مئات الكيلومترات المربّعة وهو طيّة مقعّرة كبيرة جداً .

التقويم ALMANAC

لائحة سنويّة للأيام والأسابيع والأشهر تحتوي على بيانات فلكيّة أو تنبّوءات بالطقس أو جداول مختلفة ومعلومات مفيدة .

تكتونيّ TECTONIC

في الجيولوجيا : متعلّق بالعمليّات والقوى والبنيات التي لها علاقة بتشوّه القشرة الأرضيّة .

التكتيت TEKTITE

في علم طبقات الأرض : جسم زجاجيّ لعلّه من أصل نيزكيّ يكثر وجوده في تشيكوسلوفاكيا وإندونيسيا وأستراليا وفي مناطق أخرى كجزائر الفليبينّ .

تكوُّن الجبال OROGENY

في الجيولوجيا : نشوء الجبال بعمليّات الطيّ والتصدُّع .

التكون FORMATION

في الجيولوجيا : وحدة صخريّة تتكوّن كلّها من نوع واحد من الرواسب والمعادن .

التكيون TACHYON

في الفيزياء : جسيمات يفترض أن سرعتها تفوق سرعة الضوء (٣٠٠٠٠٠ كلم في الثانية) ولكن لم يعثر عليها بعد .

تلّ متوحّد INSELBERG

في الجيولوجيا : مرتفع يكون في المناطق الاستوائيّة والصحراويّة المنبسطة .

التلوّث POLLUTION

في علم البيئة : اتّساخ البيئة بموادّ سامّة أو بأوساخ تنتشر في الهواء وفي الماء وتنجم عنها أمراض تصيب الإنسان والحيوان والنبات .

التليمتر TELEMETER

آلة تقاس بواسطتها المسافة بين مراقب ونقطة بعيدة عنه .

التماسك COHESION

في الفيزياء : المقدور التلاصقي الطوعيّ الذي يجمع جزيئات الأجسام .

التمثيل الضوئيّ PHOTOSYNTHESIS

تحوّل يحدث في الخلايا اليخضوريّة للنباتات الخضراء عندما يقع عليها الضوء فتحصل عنه موادّ غذائيّة معقّدة من نشوات وبروتينات وغيرها .

التمعدُن EPIGENESIS

في الجيولوجيا : تغيرٌ في صفة الصخر المعدنيّة بفعل العوامل الخارجيّة .

التموّج السفليّ DOWNWARP

في الجيولوجيا : طيّة واسعة ضحلة على سطح الأرض تنشأ عن ميل الطبقات الصخريّة الى الداخل نحو منطقة مركزيّة .

التنافر REPULSION

في الفيزياء : نتيجة القوى التي تعمل على إبعاد جسم عن جسم آخر .

التناقص الفيزيولوجي GRADIENT

في البيولوجيا : انخفاض في تركُز مادّة أو خاصّة فيزيولوجيّة ضمن خليّة أو جسم .

التُندرا TUNDRA

في الجغرافيا : سهل به مستنقعات يكون في المناطق المرتفعة وفي المناطق القطبيّة في أمريكا الشماليّة وأوروبا وآسيا . وتتميّز التندرا بمساحات شاسعة من الطين الكدر الأسود أو تربة المستنقعات .

التنغستين TUNGSTEN

في الكيمياء : عنصر فلزيّ ثقيل ذو نقطة انصهار عالية لا يتفاعل بسهولة مع الموادّ الأخرى في درجات الحرارة المعتادة . رمزه « تن » وعدده الذرّيّ ٧٤ ووزنه الذرّيّ ١٨٣,٨٥ .

التواتر FREQUENCY

في الفيزياء : عدد الذبذبات في وحدة زمنية في ظاهرة دوريّة .

توازن القشرة الأرضيّة ISOSTASY

في الجيولوجيا : حالة التوازن بين الكتل العالية والواطئة من قشرة الأرض .

التورمالين TOURMALINE

في علم المعدنيّات : حجر نفيس يتألّف من سليكات البورون والألومينيوم .

التوقُّف الطبقيّ STRATIGRAPHIC BREAK

في الجيولوجيا : نقص تراصفيّ في الطبقات الأرضيّة .

توقيت غرينتش GREENWICH TIME

التوقيت المتخذ أساساً للوقت في جميع أنحاء العالم .

التيّار النفثي JET STREAM

تيّار من الريح شديد السرعة يقع على ارتفاع يتراوح بين ٦ كيلومترات و١٢ كيلومتراً ويتحرّك من الشرق إلى الغرب .

التيّار المتناوب ALTERNATING CURRENT

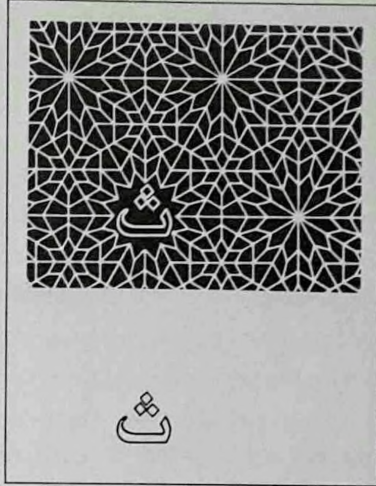
في الهندسة الكهربائيّة : تيّار كهربائيّ ينعكس اتّجاهه في فترات منتظمة .

التيّار المطّرد DIRECT CURRENT

في الكيمياء : سيل من الالكترونات يتدفق في اتّجاه واحد على خلاف التيّار المتناوب .

التَيهور AVALANCHE

كتلة كبيرة من الصخر والتراب أو من الجليد والثلج تنهار فجأة .



الثابت الشمسيّ SOLAR CONSTANT

مقدار الحرارة الشمسيّة الواقع عادة على الطبقة الخارجيّة من جوّ الأرض والبالغ ١,٩٤ سعراً غرامياً في السنتيمتر المربّع في الدقيقة .

الثاليوم THALLIUM

في الكيمياء : عنصر فلزّيّ صفاته قريبة من صفات الرصاص ، شديد الصلابة سريع التأكسد في الهواء والماء . تراكيبه وأملاحه سامّة قتّالة . رمزه « ثا » وعدده الذرّي ٨١ وثقله الذرّي ٢٠٤,٣٧ .

ثاني أكسيد الكربون

CARBON DIOXIDE

في الكيمياء : غاز لا لون له ولا رائحة ولا يساعد على الاحتراق وينتج عن اتحاد ذرّة من الكربون بذرّتين من الأكسجين .

ثاني كربونات BICARBONATE

في الكيمياء : ملح لحامض الكربونيك حلّ فيه فلزّ محلّ ذرّة هيدروجين واحدة .

الثانية SECOND

جزء من ستين جزء من الدقيقة الزمنيّة أو من الزاوية أو القوس .

الثرموبوز THERMOPAUSE

طبقة من الجوّ الأرضّي تقع بعد الثرموسفير على ارتفاع ٤٠٠ كلم .

الثرموسفير

THERMOSPHERE

الغلاف الحراريّ من الجوّ الأرضّي حيث يطّرِد ازدياد الحرارة حتّى الفضاء الخارجيّ .

الثقل WEIGHT

في الفيزياء : قوّة جذب الأرض للأجسام نحو نقطتها المركزيّة وهي عموديّة الاتجاه شدّتها تساوي وزن الجسم الهابط .

الثقل النوعيّ

SPECIFIC GRAVITY

في الفيزياء : معايرة وزن المادّة ومقارنته بوزن حجم من الماء إذا كان سائلاً أو جماداً . أما إذا كانت المادّة من الغازات فمقارنتها تكون مع الهواء .

الثلج SNOW

في علم الأرصاد الجوّيّة : نوع من الترسب تكون فيه قطرات الماء متجمّدة في صورة بلّورات جليديّة ذوات أشكال سداسيّة الجوانب متنوّعة . وقد يسقط الثلج على شكل بلّورات منفصلة وبلّورات متضامّة .

ثنائي التكافؤ BIVALENT

في الكيمياء : صفة لما يتحد بذرّتين من الهيدروجين أو أي عنصر آخر أحاديّ التكافؤ .

ثنائيّة الشكل DIMORPHISM

في الجيولوجيا : وجود نوعين متمايزين من الأشكال البلّوريّة للمعدن الواحد .

ج

الجاذبيّة GRAVITY

في الفيزياء : التجاذب المتبادل بين جسمين وتتوقّف قوّتها على كتلتي الجسمين والمسافة الواقعة بينهما . حدّدها نيوتن بهذه الصيغة : ق = م^{٢} / كك^{١} حيث ق تمثل القوّة وك الكتلة و م المسافة .

الجاذبيّة الشعريّة CAPILLARY ATTRACTION

في الجيولوجيا : حركة الماء خلال الفجوات الدقيقة في التربة أو الصخر .

الجاذبيّة العامّة UNIVERSAL GRAVITY

ظاهرة عامّة جاء نيوتن بنظريتها عام ١٦٨٧ لتفسير جاذبيّة الأرض وتفسير قوانين كبلر المتعلّقة بحركات السيّارات الشمسيّة . فإذا أخذنا نقطتين ماديّتين كتلتهما ك وك^{١} تفصل بينهما مسافة م فإنهّما تتجاذبان بقوّة ق = م^{٢}/ كك^{١} .

الجاذبيّة النوعيّة SPECIFIC GRAVITY

في الفيزياء : نسبة وزن أيّ حجم من مادّة إلى وزن حجم مساوٍ له من مادّة أخرى تعتبر قياسيّة عند درجة حرارة ثابتة أو معيّنة . الموادّ الصلبة والسائلة تقارن عادة بالماء عند درجة حرارة ٤ مئوية .

جبال مركّبة COMPLEX MOUNTAINS

في الجيولوجيا : جبال تكوّنت بالطيّ والتصدّع وفعل البراكين معا .

الجبس والجصّ GYPSUM

في الجيولوجيا : معدن رخولا لون له يوجد في الطبيعة على هيئة بلّورات طباقيّة أو حبيبات في الصخور الرسوبيّة . وهو كبريتات الكلسيوم المائيّة .

الجبل الجليديّ ICEBERG

كتلة كبيرة من الجليد تطفو على سطح المحيط وكثيراً ما تكون على شكل كتل ضخمة من الجليد انفصلت عن مثلجة وسقطت في البحر .

الجبهة FRONT

في الجغرافيا : خطّ وهميّ على الأرض أو خط على خريطة يمثّل السطح الفاصل بين كتلتين هوائيتين .

الجبهة الباردة COLD FRONT

في علم الأرصاد الجوّيّة : الخطّ الفاصل بين كتلتين من الهواء إحداهما دافئة والأخرى باردة متّجهة نحو الدافئة ومندفعة تحتها .

الجبهة الدافئة WARM FRONT

في علم الأرصاد الجوّيّة : الطبقة الفاصلة المائلة ميلاً خفيفاً بين كتلة هوائيّة دافئة وكتلة هوائيّة ذات درجة حرارة أقل منها .

الجبهة القطبيّة POLAR FRONT

في علم الأرصاد الجوّيّة : سطح أو حدّ بين كتلة هوائيّة قطبيّة وكتلة هوائيّة استوائيّة .

الجبهة المرتجة OCCLUDED FRONT

في علم الأرصاد الجوّيّة : حالة الطقس عندما

تدرك جبهة باردة أخرى دافئة وتتجاوزها فترتفع حافّة إحدى الجبهتين على حافّة الأخرى .

الجُدّة SILL

في الجيولوجيا : جسم مسطّح من صخر ناريّ رقيق نسبياً مكوّن من صهارة أقحمت بين طبقات من الصخور الرسوبيّة .

الجرابيّات MARSUPIALS

في علم الحيوان : رتبة حيوانات من الثدييّات عديدة الفصائل والأجناس ، أناثها تتميّز برحميها ، رحم باطنيّ يتكوّن فيه الجنين وينمو حتى الوضع ورحم خارجيّ هو عبارة عن جراب تحت البطن يقيم فيه الرضيع حتى فطامه .

الجرّارة TRACTOR

في علم الزراعة : آلة تُستعمل في مختلف الأعمال الزراعية أخصّها أعمال التربة كالحرث والعذق .

الجُرافة MORAINE

في الجيولوجيا : ركام حجارة يجرفه نهر جليديّ .

الجرول GRAVEL

في الجيولوجيا : راسب من الحجارة المستديرة مختلطة عادة بدقائق أصغر منها من الرمل والطين وهي كذلك الحجارة المستديرة الملساء المترسّبة بفعل المياه الجارية .

الجزيء MOLECULE

في الكيمياء أصغر جزء مستقل من المادّة يصّح أن يوجد محتفظاً بالخواصّ الكيميائيّة لهذه المادّة التي هو جزء منها .

الجزيرة ISLAND

في الجغرافيا : مساحة من الأرض أصغر من القارّة يحيط بها الماء من جميع جوانبها .

الجزيرة المرجانيّة CORAL ATOLL

جزيرة صغيرة في البحار المداريّة تتألف من المرجان وتتشكّل عادة حلقة في وسطها بحيرة صغيرة تسمّى لاغون .

الجزيرة المنخفضة KEY

في الجيولوجيا : جزيرة وطيئة من الرمل أو المرجان وقريبة من الساحل وهي عادة واحدة من سلسلة جزائر .

الجسيم PARTICLE

في الفيزياء : كلّ من مقومات الذرّة (الكترونات وبروتونات ونيوترونات وسواها) .

الجصّ LIME—STONE

في الجيولوجيا : اسم شامل يطلق على المعادن التي يدخل في تركيبها كربونات الكلس .

الجغرافيا GEOGRAPHY

علم يبحث في وصف الشكل الحالي الطبيعيّ والبشري لسطح الأرض وتفسيره .

الجغرافيا التشكيليّة GEOMORPHOLOGY

فرع من الجغرافيا يعنى بوصف تضاريس الكرة الأرضيّة الحاليّة وتفسيرها بالاستناد الى تطوّرها وهي تقسم إلى جغرافيا مناخيّة تحلّل تأثير المناخ على تطور أشكال التضاريس والجغرافيا البنيويّة حيث تبرز دراسة تأثير البنية الجيولوجية

الجلكى LAMPREY

سمك يشبه الانكليس يعيش في المياه الحلوة والمالحة .

الجلمود BOULDER

في الجيولوجيا : صخرة كبيرة انفصلت ثمّ انحتّت وتكوّرت بفعل الماء أو الريح .

الجمد الحبيبيّ NEVE

في الجيولوجيا : ثلج حبيبيّ فوق سطح

المثلجة يتكوّن عندما يتحوّل جزئيّاً إلى جليد وهو يذوب تماماً في الصيف .

الجَمعر MARL

تراب أصفر اللون هو مزيج من الصلصال والجير ويستعمل في استصلاح الأراضي .

جناحيّات الأقدام PTEROPODAE

رتبة من الرخويّات تتميّز بانبساط الفصوص الأماميّة من أقدامها على صورة أعضاء عريضة رقيقة شبه جناحيّة تستعين بها على السباحة .

الجنس GENUS

في التصنيف : مجموعة أنواع حيوانيّة أو نباتيّة تتّصف بصفات مماثلة أو مشتركة . والجنس يأتي تحت الفصيلة وفوق النوع .

الجهاز APPARATUS

الأدوات أو المعدّات اللازمة للقيام بمهمّة أو وظيفة معيّنة .

الجوّ ATMOSPHERE

- في الجغرافيا : الغلاف الغازيّ المحيط بالأرض .

في الفيزياء : وحدة للضغط تعادل عمود من الزئبق ارتفاعه ٧٦٠ مليمتراً عند درجة صفر مئويّة على مستوى سطح البحر .

الجوبة SINK HOLE

في الجيولوجيا : حفرة أو منخفض في الأرض ينشأ بإذابة الماء للصخور القابلة للذوبان كالحجر الجيريّ والجصّ .

الجوّ المتجانس HOMOSPHERE

جوّ تكون فيه نسب الغازات متماثلة مع ما هي عليه في مستوى سطح البحر .

الجون BAY

في الجغرافيا : فرجة من الأرض يدخلها ماء البحر أو البحيرة وتكون أصغر من الخليج وأكبر من الشرم .

جونة المصبّ ESTUARY

في الجغرافيا : خليج طويل ضيّق ينشأ عندما يدخل ماء البحر مصبّ نهر .

الجوهر الفرد ATOM

في الكيمياء : الذرّة وهي أصغر جزء من عنصر كيميائيّ يمكن أن يدخل في تفاعل . وتتكوّن الذرّة من نواة تتألف من نوترونات وبروتونات تدور حول نواة .

الجير الصوديّ SODA-LIME

في الكيمياء : مزيج من الجير الحيّ وهيدروكسيد الصوديوم .

الجيود GEODE

في الجيولوجيا : تجمُّع معدنيّ مجوّف كلّه أو بعضه ذو شكل كرويّ تقريباً يشيع وجوده في طبقات الأحجار الجيريّة ويندر في الصلصال الصفحي .

الجيوديسيا GEODESY

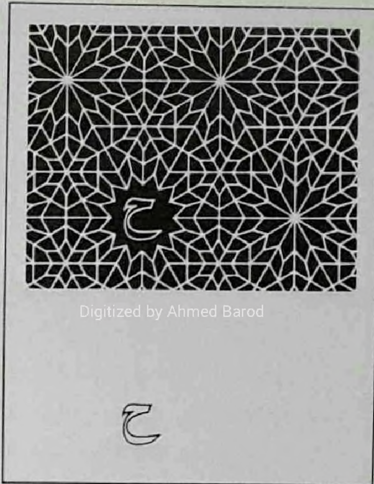
فرع من الرياضيّات التطبيقيّة يعنى بدراسة شكل الأرض وبقياس سطحها .

الجيوغنوسيا GEOGNOSY

فرع من الجيولوجيا : يبحث في البنية العامّة الداخليّة والخارجيّة للأرض .

الجيولوجيا GEOLOGY

علم طبقات الأرض وهو العلم الذي يشمل دراسة أصل الأرض وتاريخها وبنيتها وطبيعتها الكيميائيّة والفيزيائيّة .



الحاجز المدّيّ TIDAL BARRAGE

حاجز لتوليد الطاقة الكهربائيّة من حركة المدّ والجزر المتناوبة .

الحاشدة الشمسيّة

SOLAR BATTERY

في الكهرباء : أداة لتحويل الطاقة الشمسيّة إلى طاقة كهربائيّة .

حالات المادّة STATES OF MATTER

في الفيزياء : الصور الفيزيائيّة التي يمكن أن توجد عليها المادّة (جامد أو سائل أو غاز) . وتتعيّن هذه الحالات بمقدار المسافة بين الجزيئات التي تكوّن المادّة وبمعدّل تحركها . وعند ارتفاع درجة الحرارة تزداد المسافات البينيّة ومعدّل حركة الجزيئات . وعند ارتفاع درجة الحرارة ارتفاعا كافياً تتحوّل المادّة من جامد إلى سائل إلى غاز .

الحالبة MILKING MACHINE

آلة تُستعمل في المزارع الحديثة لحلب الأبقار بصورة آليّة .

الحامض ACID

في الكيمياء : الحوامض أجسام مركّبة تقع على ثلاثة أشكال : الشكل الأوّل هو الحوامض المركّبة من جسمين بسيطين أحدهما الهيدروجين ، والشكل الثاني هو الحوامض المركّبة من ٣ عناصر اثنان منهما الأكسجين والهيدروجين ، والشكل الثالث هو الحوامض العضوية المركّبة من الكربون والأكسجين والهيدروجين .

الحبّار

CUTTLE-FISH

في علم الحيوان : جنس حيوانات بحريّة من الرخويّات الرأسيّات الأرجل . وهو من الحيوانات المفترسة ، قوته الأسماك الصغيرة والقشريّات يألف الشُّطوط الصخريّة وإذا شعر بخطر قذف بسائل أسود فيعكّر الماء حوله ويتمكّن من الهرب .

الحبليّات CHORDATA

في علم الحيوان : شعبة الحيوانات الفقاريّة وبعض الحيوانات البحريّة البسيطة التركيب ذات الهيكل الداخليّ والتي تتميّز في بعض أطوار نشأتها بوجود حبل ظهريّ يمتدّ على طول الجسم .

حبوب اللقاح POLLEN

في علم النبات : حبوب تنتج خلايا التناسل الذكريّة وهي تتكوّن في متك الأزهار أو في المخروطات الذكريّة للنباتات الصنوبريّة وكثيراً ما تبدو كتراب أصفر أو أبيض أو أحمر .

الحبيبة GRANULE

في الفيزياء : اسم يطلق على الجسيمات التي يقلّ حجمها عن الميكرون وتكون عادة مكهربة وخاضعة للحركة البرَونيّة .

الحتّ EROSION

في الجيولوجيا : تفكيك جزيئات التربة وانجرافها بفعل الأمطار أو الرياح أو الماء .

حتّ الريح WIND EROSION

في الجيولوجيا : نزع حبيبات التربة والصخور ونقلها وترسبها بواسطة الريح .

الحَجَر STONE

في الجيولوجيا : جسم جامد طبيعيّ مختلف التركيب والصلابة والثقل النوعيّ . أعم ضروبه وأكثرها شيوعاً الحجر الجيريّ الذي يُستعمل في البناء وهو على أشكال ، ثمّ الحجر الرمليّ والرخام .

الحجر الجوّيّ AEROLITE

كتلة معدنيّة تهبط من الفضاء على الأرض .

الحجر الجيريّ LIMESTONE

في الجيولوجيا : صخر رسوبيّ يتكوّن في أغلبه من فحم الكلسيت بعمليّات عضويّة أو غير عضويّة .

حجر الدمّ HAEMATITE

في علم المعادن : الهماتيت أو أكسيد الحديد الأحمر .

الحجر الرمليّ SAND STONE

في الجيولوجيا : صخر رسوبيّ يتكوّن من حبيبات من الرمل ملتحمة معاً بمعدن كالسيليكا أو كربونات الكلسيوم أو أكسيد الحديد .

الحَجر النيزكيّ METORITE

كتلة صخريّة يتراوح وزنها بين بضعة سنتغرامات وأطنان عدّة تأتي من الفضاء وتسقط على سطح الأرض محدثة أحياناً ظاهرة ضوئيّة عند دخولها في الجوّ الأرضيّ .

الحجم الحرج CRITICAL VOLUME

في الفيزياء : الحجم الذي يشغلهُ غرام واحد من المادّة عند درجة الحرارة الحرجة وتحت الضغط الحرج .

الحدور المغنطيسي DECLINATION

في الفيزياء : الزاوية المتشكّلة بين موقع الإبرة المغنطيسيّة والشمال الصحيح .

الحديد IRON

في الكيمياء : عنصر فلّزي طروق سحوب مغنطيسيّ ويندر وجوده في حالة نقاء كيميائيّ . رمزه « ح » وعدده الذرّيّ ٢٦ ووزنه الذرّيّ ٥٥,٨٥ .

الحرارة TEMPERATURE

في الفيزياء : مقدار فيزيائي يميّز بطريقة موضوعية الشعور بالسخونة أو البرودة الناجمتين عن ملامسة جسم ما .

حرارة الانصهار HEAT OF FUSION

في الفيزياء : كميّة الحرارة اللازمة لصهر وحدة كتلة من جسم جامد ما عند نقطة انصهاره ، محوّلة إيّاه إلى سائل له درجة الحرارة نفسها .

حرارة التبخر HEAT OF VAPORIZATION

كميّة الحرارة اللازمة لتحوّل وحدة كتلة من سائل ما وهو عند درجة غليانه إلى بخار له درجة الحرارة نفسها .

الحرارة الحرجة CRITICAL TEMPERATURE

في الفيزياء : درجة الحرارة التي لا يمكن لغاز عند درجة أعلى منها أن يتحوّل إلى سائل بواسطة الضغط وحده مهما كان .

الحركات الأرضيّة DIASTROPHISM

العمليّات الجيولوجيّة التي يتسبّب عنها تحرّك في قطعة من القشرة الأرضيّة .

الحريث الجليديّ TILLITE

في الجيولوجيا : راسب جليديّ يحوي صخوراً وموادّ أرضيّة متنوعة .

خطّ الاستواء

EQUATOR

في الجغرافيا : خط وهميّ يحيط بالأرض في منتصف المسافة بين القطبين الشماليّ والجنوبيّ ويقسم الأرض إلى نصفين متساويين .

خطّ الاستواء المغنطيسي

MAGNETIC EQUATOR

خطّ عدم الانحراف المغنطيسي ويقع قرب خطّ الاستواء الجغرافيّ ، شماله في إفريقيا والمحيط الهنديّ وجنوبه في أمريكا والمحيط الهادىء الشرقيّ .

خط الانحراف AGONIC LINE

في الجيولوجيا : خط وهمي على سطح الأرض يمرّ بجميع النقط التي تشير فيها إبرة البوصلة المغنطيسية إلى الشمال الحقيقيّ .

خطّ التحارر ISOTHERM

أ . خطّ على خريطة لسطح الأرض يربط المواطن التي فيها تكون الحرارة واحدة في وقت معينّ أو يكون متوسّط الحرارة واحداً طول فترة معيّنة .

ب . خطّ على خريطة يمثلّ تغيّرات الحجم أو الضغط في الأحوال التي تكون فيها الحرارة ثابتة .

الخطّ الجيوديسّي

GEODESIC LINE

في الرياضيّات : أقصر خطّ بين نقطتين على سطح معينّ .

خطّ الزوال الفلكيّ

CELESTIAL MERIDIAN

الدائرة العظمى في الكرة السماويّة المارّة بالسمت والقطبين السماويّين (الفلكيّين) مقابلة الأفق في نقطتين تسمّيان نقطتي الشمال والجنوب .

خطّ الزوال المغنطيسي

MAGNETIC MERIDIAN

مستوٍ رأسّي يمرّ باتجّاه المجال المغنطيسي للأرض اي مستوٍ رأسّي يمرّ بمحور البوصلة المغنطيسية .

خط الطول الرئيسّي PRIME MERIDIAN

في الجغرافيا : خطّ وهميّ على سطح الأرض يمتدّ من الشمال إلى الجنوب ودرجته الصفر من درجات خطوط الطول . وهو يفصل مناطق خطوط الطول الشرقيّة عن مناطق خطوط الطول الغربيّة ويمرّ بغرينتش بانجلترا .

خطّا عرض الحصان HORSE LATITUDES

في الجغرافيا : نطاقان من ضغط جوّيّ عال ممتدّان على طول المناطق المعتدلة ويقعان تقريباً عند خطّ عرض ٣٠° شماليّ خطّ الاستواء وجنوبيّه بين الرياح التجاريّة والرياح الغربيّة السائدة .

خطوط العرض PRALLELS

في الجغرافيا : خطوط وهميّة تطوّق الأرض بموازاة خطّ الاستواء .

خطوط الضغط المتساوي ISOBARS

في علم الأرصاد الجوّيّة : خطوط ترسم على خريطة الطقس تصل الأماكن التي لها الضغط الجوّيّ الواحد .

الخَفض DEGRADATION

في الجيولوجيا : بلى أو انخفاض في سطح الأرض بواسطة عمليّات التجوية وانجراف الكتل والتأكُل .

الخليج GULF

في الجغرافيا : منبسط كبير من الماء أغلب ما يكون امتداداً لماء المحيط أو البحر تحيط به الأرض من ثلاث نواح . أمّا الناحية الرابعة فهي الفتحة التي تصله بالبحر أو المحيط .

الخليّة CELL

في علوم الحياة : وحدة الأجسام الحيّة . في الفيزياء : وعاء فيه محلول الكتروليتيّ مغمور فيه أقطاب تولّد الكهرباء .

الخور GORGE

في الجيولوجيا : ممرّ ضيّق ذو جوانب صخريّة شديدة الانحدار .

خيار البحر

SEA CUCUMBER

جنس حيوانات بحريّة أنواعه عديدة جميعها اسطوانيّة محدّبة الجسم المستطيل ، مدبّبة الطرف ، مخنوقة العنق ، منه نوع مأكول يكثر في بحار الصين وأستراليا والخليج الفارسّي والبحر الأحمر .

د

الدارة CIRQUE

في الجيولوجيا : منخفض كالجفنة ذو جوانب شديدة الانحدار تكوّن نتيجة للتآكل الجليديّ على جانب جبل .

الدارة الجليديّة CIRQUE

في الجيولوجيا : منخفض متدرّج يشكل دائرة أو نصف دائرة يظهر على سطح الأرض أو سطح القمر ويتولّد من زحف الجليد .

دائرة الزوال MERIDIAN

في الجغرافيا : خطّ وهميّ يمتدّ من القطب الشماليّ إلى القطب الجنوبيّ مارّاً بأي مكان معينّ من سطح الأرض . وهو أيضاً كل خطّ من خطوط الطول .

دائرة القطب الشماليّ ARCTIC CIRCLE

دائرة صغيرة تبعد عن القطب حوالى ٢٣,٥° .

الدائرة القطبيّة POLAR CIRCLE

في الجغرافيا : الدائرة القطبيّة الشماليّة وهي على بعد ٢٣,٥° من القطب الشمالي أو الدائرة القطبيّة الجنوبيّة وهي على بعد ٢٣,٥° من القطب الجنوبيّ .

الداين DYNE

وحدة قياس للقوّة في نظام السنتيمتر غرام ثانية تساوي القوّة التي تسارع كتلة غرام واحد سنتيمترا واحداً في الثانية .

الدُبال HUMUS

في الجيولوجيا : مادّة عضويّة داكنة اللون توجد في التربة وتتكوّن من البقايا النباتيّة والحيوانيّة التي تحلّلت أو أخذت في التحلُّل .

الدُخان SMOKE

في الكيمياء : مستعلق من جسيمات جامدة صغيرة جداً في غاز . وكثيراً ما ينتج الدخان بإحراق الفحم الحجريّ والخشب أو الزيت إحراقاً غير كامل .

الدخل INPUT

الإشارة أو الطاقة التي ترسل إلى جهاز ما وتكون عادة طاقة كهربائيّة أو ميكانكيّة .

الدُخن MILLET

في علم النبات : جنس نباتات عشبيّة حوليّة من فصيلة النجيليّات ، أنواعه عديدة منها البرّيّة والزراعيّة الاقتصاديّة . ثمارها حبوب صغيرة مختلفة الأشكال والألوان .

د . د . ت DDT

في الكيمياء : (ديكلورو- ديفنيل- تريكلوروإيتان) مبيد للحشرات والهوامّ .

دراسة شكل الأرض GEOMORPHOLOGY

فرع من الجغرافيا يعنى بدراسة كل ما يتعلّق بشكل المناطق الجغرافية وتضاريسها بما في ذلك المناطق التي تغمرها مياه البحار .

الدرجة DEGREE

اصطلاح تقنيّ يُستعمل في عدّة علوم أخصّها الهندسة والجغرافيا والطبيعة :

ـ فالدرجة في الهندسة هي الوحدة القياسية المستعملة لقياس الزوايا والأقواس . الدائرة الكاملة تتكوّن من ٣٦٠ درجة . ربعها الذي يُعتبر زاوية قائمة يتكوّن من ٩٠ درجة وتُقسم الدرجة إلى ٦٠ دقيقة والدقيقة الى ٦٠ ثانية .

ـ والدرجة في الجغرافيا هي الوحدة التي تُقسم اليها خطوط الطول وخطوط العرض . تُرسم خطوط العرض على هيئة ٩٠ دائرة موازية لخطّ الاستواء شمالاً ومثلها جنوباً . وترسم خطوط الطول على هيئة أنصاف دوائر تبدأ من خطّ صفر وهو الخط المارّ بغرينتش إلى خطّ ١٨٠ وهو المقابل له في نصف الكرة الغربي .

ـ والدرجة في الحرارة هي الوحدة التي تُقسم اليها مسافة حراريّة بين تجمُّد الماء وغليانه . فنقطة التجمُّد تعرف بالصفر ونقطة الغليان بالمائة . هذا في المقياس المئويّ المعروف بالسنتيغراد . وهناك مقاييس أخرى أقلّ شيوعاً منها مقياس ريومور الذي يقسم المسافة ذاتها إلى ٨٠ درجة ، ومقياس فارنهايت الذي يقسم أيضاً ذات المسافة إلى ١٨٠ درجة مع العلم أنّ درجة صفر سنتيغراد تقابل درجة ٣٢ فارنهايت .

درجة الانحدار GRADE

في الجيولوجيا : ميل منطقة أو مجرى ولاسيماً قاع نهر عندما يكون هذا الميل بالقدر الذي لا يحدث معه تآكُل أو ترسُّب .

الدرع ARMATURE

في الفيزياء : جزء من آلة مولد كهربائيّ يمكن به تحويل الطاقة الكهربائيّة إلى طاقة ميكانكيّة في المحرّك أو الطاقة الميكانيكيّة إلى طاقة كهربائيّة في المولِّد .

الدرنة الصخريّة CONCRETION

في الجيولوجيا : تجمّع كرويّ الشكل من مادّة معدنيّة في صخرة رسوبيّة .

الدسميدات DESMIDS

في علم النبات : طحالب نهريّة لا تُرى بالعين المجرّدة .

الدُعموص LARVA

شكل انتقالي تكون فيه بعض الحيوانات والحشرات بعد نقفها وقبل بلوغها شكلها الكامل . ويسمّى أيضاً اليسروع واليرقانة .

الدلتا DELTA

في الجغرافيا : راسب أرضّي ذو شكل كالمروحة أو المثلّث عند مصب نهر .

الدملوك CONGLOMERATE

في الجيولوجيا : صخرة رسوبية مكوّنة من حصى أو حجارة صغيرة مستديرة ملتصقة معاً في كتلة .

الدهنَج MALACHITE

في علم المعادن : كربونات النحاس الطبيعيّ القاعديّة .

الدودو DODO

طائر كبير منقرض من فصيلة الحمام ولكنّه أكبر من الديك الروميّ ، كان يعيش في جزيرة موريس .

الدورة CYCLE

سلسلة ظواهر تنساق بترتيب دقيق وانتظام مسيَّر .

دورة التحاتّ CYCLE OF EROSION

في الجيولوجيا : مجموعة التغيّرات التي تتتابع على أودية الأنهار وعلى غيرها من الرقع المسطّحة كلّما أبلى الحتّ الأرض إلى المستوى القاعديّ .

دورة الماء HYDROLOGIC CYCLE

في الجيولوجيا : الدورة التي يمرّ بها الماء إذ يتبخّر من الأنهار والبحار والبحيرات وسطوح الأرض فيتكثّف ثمّ يسقط على الأرض مطراً أو ثلجاً أو برداً فينصرف فوق الأرض أو فيها أو الى مصادره الأولى حيث يحدث التبخّر ثانية . وهكذا دواليك .

الدولوميت DOLOMITE

في الجيولوجيا : كربونات بلّوريّة مزدوجة من الكلسيوم والمغنيزيوم .

الدوَيرة DRUMLIN

في الجيولوجيا : الكثيب الجليدي وهو تلّ أو حيد طويل بيضّي الشكّل يتكوّن من طرح المثالج ويتّخذ شكله من فعل غطاء جليديّ سابق . وتوجد الدويرات عادة في مجموعات .

الدياتوم DIATOM

طحلب نهريّ أو بحريّ مجهريّ أحاديّ الخليّة جدرانه مشبعة بالسليكا .

الدينورنيس DINORNIS

طائر ضخم يبلغ طوله ثلاثة أمتار ونصف ، يشبه النعام وكان يوجد في زيلندة الجديدة وهو الآن منقرض .

الدينوصور DINOSAUR

في علم الإحاثة : العظاءة المرعبة وهي عَظاءة جبارة من عظاء العصر الجيولوجي الثاني المنقرضة .

الديوريت DIORITE

في الجيولوجيا : صخر ناريّ متبلّر يحتوي على معدنيّات داكنة .

ذ

الذبذبة VIBRATION

في الفيزياء : حركة دوريّة لنظام مادّي حول وضع توازنه .

الذبْل CARAPACE

القشرة الخارجيّة الكلسيّة لحيوان مدرّع كالسلحفاة وسواها .

الذرّة ATOM

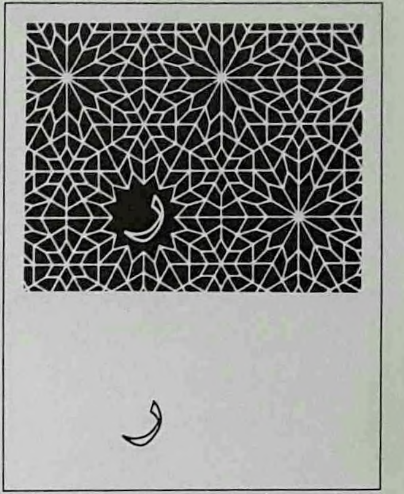
في الكيمياء والفيزياء : وحدة الجسيمات لعنصر ما . وهي تتكوّن من بروتونات ونيوترونات وإلكترونات .

ذو حولين BIANNIAL

في علم النبات : نبات تتمّ دورة حياته على سنتين فتنبت أوراقه وجذوره في السنة الأولى ثم يزهر ويثمر وتتكوّن فيه البذور في السنة الثانية .

ذو مصراعين BIVALVE

في علم الحيوان : حيوان من الرخويّات ذو صدفتين يربط بينهما مفصل .



الرابية HILL

في الجغرافيا : ما ارتفع من الأرض وكان دون الجبل .

الراتينج RESIN

في الكيمياء وعلم النبات : مادّة معقّدة تكون عادة صلبة أو هشّة وصافية تشتمل على الكربون والهيدروجين والأكسجين ؛ وهو أيضاً إفرازات بعض الأشجار كالصنوبر .

راحة اليد PALM

طول الكفّ من المعصم إلى رؤوس الأصابع .

الرادار RADAR

جهاز لتحديد وجود الشيء وموقعه بواسطة أصداء الموجات اللاسلكيّة .

رادار دوبلر DOPPLER RADAR

رادار يقيس سرعة جسم متحرّك بقياس التغيّر في تردّد الموجة الحاملة للإشارة العائدة . ويتناسب هذا التغيّر مع سرعة الجسم المقترب من محطّة الرادار أو المبتعد عنها .

الراديو RADIO

الإرسال والاستقبال اللاسلكيّ للنبضات والإشارات الكهربائيّة بواسطة موجات كهربائيّة .

الراديو سكوب RADIOSCOPE

في الراديو والفيزياء : مكشاف الفاعليّة الإشعاعيّة .

الراديوم RADIUM

في الكيمياء : عنصر فلزيّ نادر الوجود جدّاً شديد النشاط الإشعاعيّ والفاعليّة الكيميائيّة . رمزه « را » وعدده الذرّيّ ٨٨ ووزنه الذرّيّ ٢٢٦,٠٥ .

الراديومتر RADIOMETER

جهاز يكتشف شدّة الإشعاع الحراريّ ويقيسه ولاسيماً الإشعاع تحت الأحمر .

الراديوميكرومتر RADIO-MICROMETER

جهاز في منتهى الدقّة لقياس الإشعاع الحراريّ يتكوّن من مزدوج حراريّ مرتبط مباشرة بأنشوطة من النحاس مكوّناً بذلك ملفّاً لغلفانومتر حسّاس .

الرأس CAPE

في الجغرافيا : جزء من اليابسة ناتىء في بحر أو في بحيرة .

الرّاسب SEDIMENT

في الجيولوجيا : المادّة الصلبة التي يحملها الماء أو الريح أو الثلج عالقة به أو تستقرّ منه .

الراسب الغريني PLACER DEPOSIT

في الجيولوجيا : ركام من الحصى والرمل يحتوي على قطع صغيرة أو قشيرات من الذهب أو البلاتين أو القصدير أو غيرها من المعادن وينتج عن تحاتّ الصخور الصلبة .

رأسيّات الأرجل CEPHALOPODS

في علم الحيوان : طائفة حيوانات من

الرخويّات .

الرافد BRANCH

في الجغرافيا : مجرى مائيّ فرعيّ يصبّ في مجرى أكبر منه .

الرافعة LEVER

في الفيزياء : قضيب صلب يتحرّك حول نقطة ثابتة تُسمّى نقطة الارتكاز يستعمل لرفع الأثقال .

الراووق CLEANSER

آلة تُستعمل في ترويق السوائل من الوحل والمعادن من التراب .

الرّجم METEORITE

كتلة حجريّة أو معدنيّة يتراوح وزنها بين بضعة سنتيغرامات وعدّة أطنان تأتي من فضاء ما بين الكواكب وتقع على سطح الأرض محدثة في أكثر الأحيان ظاهرة ضوئية عند دخولها في الجوّ الأرضيّ .

الرخام MARBLE

في الجيولوجيا : صخر متحوّل يتكوّن من الكلسيت وهو حجر جيريّ متغيّر يمكن صقله صقلاً جميلاً .

الرخام الصدفيّ COQUINA

في الجيولوجيا : صخر جيري مساميّ يتكوّن من أصداف الرخويّات والمرجان الملتصقة بعضها ببعض بشكل عشوائيّ .

الرخويّات MOLLUSCS

شعبة من الحيوانات تشمل ذوات الصدفتين والمعديّات والرأسيّات الأرجل .

الردغة OOZE

راسب من طين في قاع البحر .

الرسم المنظوريّ PERSPECTIVE

فنّ رسم الأشياء بطريقة تحدث في النفس عين الانطباع (من حيث الأبعاد النسبيّة والحجم . . .) الذي تحدثه هي ذاتها حين ينظر اليها من نقطة معيّنة .

الرصاص LEAD

في الكيمياء : عنصر فلزّي رخو كثيف يقاوم التأكّل نسبيّاً . كثافته ١١,٣٤ غ لكل سم٣ رمزه « ر » ووزنه الذرّيّ ٢٠٧,١٩ .

الرصد الجوّيّ METEOROLOGICAL OBSERVATIONS

ضبط العوامل الجويّة المختلفة أهمها الحرارة والضغط ونسبة الرطوبة وكميّتها وقياس المطر واتّجاه الرياح وسرعتها ومدّة الإشماس وغير ذلك .

الرصيص CONGLOMERATE

في الجيولوجيا : صخرة رسوبيّة مكوّنة من حصى أو حجارة صغيرة مستديرة ملتصقة معاً في كتلة .

الرصيف القاريّ CONTINENTAL SHELF

في الجيولوجيا : منطقة قاع المحيط التي يغطّيها ماء ضحل وهي تنحدر تدريجيّاً من الشاطىء إلى أن تهوي فجأة .

الرطوبة HUMIDITY

كميّة بخار الماء أو النداوة الموجودة في الجوّ .

رقائق حوليّة VARVE

في الجيولوجيا : قرارة تتكوّن من أزواج من الطبقات الرقيقة وتكون الطبقة السفلى من كلّ زوج منها خشنة رمليّة على حين تكون الطبقة العليا من طمي دقيق أو طين . وكلّ زوج من هذه الطبقات هو ما ترسّب في البحيرة في عام واحد .

الركام CUMULUS

سحاب مؤلّف من أكداس مدوّرة ذات قاعدة مسطّحة .

الركام TALUS

في الجيولوجيا : تجمُّع من قطع الصخر انحدرت إلى أسفل جرف أو منحدر شديد الميل .

الركام الجليديّ MORAINE

في الجيولوجيا : مخلّفات صخريّة يتركها نهر جليدي عند انحساره أو ذوبانه .

الركام الجليديّ النهائيّ END MORAINE

في الجيولوجيا : كتلة من التراب والحجارة تحملها المثلجة لتستقرّ في النهاية على هيئة نطاق أو حافّة .

الركام المزنيّ

CUMULONIMBUS

كتلة من السحب تبلغ سماكتها أحياناً ٥٠٠٠ م وترتفع قممها على صورة جبال أو أبراج وتطلق وابلاً من المطر أو الثلج ترافقه احياناً بروق ورعود .

الرماد ASH

في الكيمياء : بقيّة غير عضويّة تتخلّف بعد إحراق الموادّ القابلة للاحتراق مثل الخشب والفحم .

الرمز SYMBOL

في الكيمياء : علامة مختصرة تدل على أسماء العناصر والمركّبات الكيميائية .

الرمل SAND

في الجيولوجيا : مادّة معدنيّة دقيقة الجرم نتجت عن تفتُّت الصخور الجيريّة والصوّانيّة واحتوت على بعض المرو .

الرمل المحاريّ SHELL-MARL

في الجيولوجيا : رواسب بحريّة صدفيّة العنصر الرئيسي ، تحوي نحو ٦٠٪ من كربونات الكلس و٢٠٪ من الرمل تُستعمل كمصلحات زراعيّة .

الرهج STRATUS

طبقة أفقية خفيفة من سحاب رماديّ ينبسط فوق رقعة واسعة .

الرَّهج الأصفر ORPIMENT

في علم المعادن : ثالث كبريتيد الزرنيخ الطبيعيّ .

الروزنامة ALMANACH

لائحة تحتوي على جداول الأيّام والأسابيع والأشهر مع بيان طلوع الشمس والقمر وغروبها . والكلمة من المناخ العربيّة .

الرَّيّ IRRIGATION

السياسة المائيّة التي تهدف إلى الانتفاع من المياه على أكمل وجه ممكن . وهو من الوجهة العمليّة وضع الأصول والوسائل اللازمة لسقاية الأرض وإحياء بورها .

الرِّياح التجاريّة

TRADE WINDS

في علم الأرصاد الجوّيّة : الرياح السائدة في المنطقة ما بين خطّي عرض ٣٠ و٣٥ شماليّ خط الاستواء وجنوبيّه وتهب باتجاه المنطقة الاستوائيّة ذات الضغط المنخفض . وهي الرياح التي تتحوّل من خطّي عرض الحصان إلى منطقة الرّهو .

الرياح السائدة PREVAILING WINDS

في علم الأرصاد الجوّيّة : رياح في منطقة يتوالى هبوبها من جهة معيّنة أكثر من هبوب الرياح من غيرها .

الرياح الشرقيّة EASTERLIES

في علم الأرصاد الجوّيّة : رياح مهبُّها من الشرق .

الرياح الغربيّة WESTERLIES

في علم الأرصاد الجوّيّة : رياح مهبّها من الغرب .

الريح WIND

في علم الأرصاد الجوّيّة : كلّ حركة طبيعيّة للهواء وتكون عادة أفقيّة ويمكن تبيّنها . وتنشأ الريح عن اختلاف في السخونة بين الكتل الهوائيّة فتكوّن مناطق ذات ضغط عال وأخرى ذات ضغط منخفض . وتتأثر سرعة الريح واتجاهها بفرق الضغط وبسرعة دوران الأرض .

الريح العاصفة GALE

في علم الأرصاد الجوّية : ريح تتراوح سرعتها بين ٥٠ و١٠٠ كلم في الساعة وتتراوح شدّتها بين ٧ و١٠ في مدرج بوفور .

الريح الموسميّة MONSOON

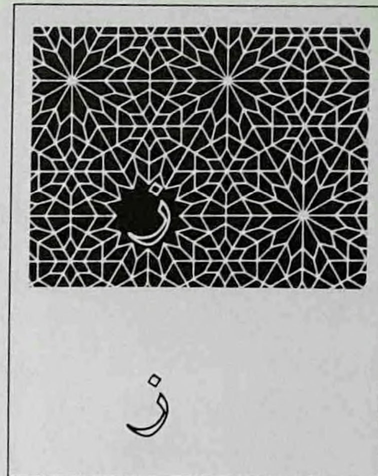
في علم الأرصاد الجوّيّة : نظام هبوبّي يسود المناطق المداريّة تهبّ فيه الريح السائدة من البحر إلى اليابسة ستّة أشهر ومن اليابسة إلى البحر في الستّة الأشهر التالية .

ريحيّ EOLIAN

في الجيولوجيا : متعلّق بالرواسب التي تكوّنها الريح ، كالكثبان الرمليّة .

الرئيسيّات PRIMATES

رتبة من الثدييات تشمل ثلاث مراتب : البشريّات والقرديّات والليموريّات .



الزاوية ANGLE

في الهندسة : الانفراج الحاصل من تلاقي خطينّ مستقيمين يعرفان بضلعي الزاوية . أمّا نقطة التلاقي فتدعى رأس الزاوية .

الزَبَرجد AQUAMARINE

في المعدنيّات : زمرّد أخضر ضارب إلى الزرقة .

الزجاج GLASS

مادّة صلبة شفّافة سهلة الانكسار تُصنع من الرمل والقلي .

الزراعة AGRICULTURE

الصناعة أو العلم الذي يختصّ بانتاج المحاصيل وتربية الحيوان .

الزراعة بالماء HYDROPONICS

زراعة النباتات في ماء أذيبت فيه بعض الموادّ المغذّية .

الزراعة الكثيفة INTENSIVE CULTURE

استغلال مزرعة صغيرة برأس مال كبير للحصول على غلاّت وافرة .

الزِركون ZIRCON

في الكيمياء : سليكات الزركونيوم

الزرنيخ ARSENIC

في الكيمياء : عنصر أغبر قصيف ذو بريق معدنيّ . رمزه « ز » وعدده الذرّي ٣٣ ووزنه الذريّ ٧٤,٩٢ .

الزفت ASPHALT

نوع من الحمَر كثيف المادّة السمراء اللامعة . يُستعمل مجبولاً مع كسر الحصى في تغطية رصف الطرقات .

زقاق بحريّ FJORD

في الجغرافيا : خليج طويل ضيِّق شديد العمق ذو جوانب شديدة الانحدار .

الزلزال EARTHQUAKE

في الجيولوجيا : رجفة او هزّة في قشرة الأرض ناتجة إمّا عن نشاط بركانيّ تحت الأرض أو عن تزحزح الصخور تحت السطح .

الزُنجُفر CINNABAR

في الجيولوجيا : كبريتيد الزئبقيك وهو معدن أحمر لامع يعتبر الخام الرئيس للزئبق .

الزنك ZINC

في الكيمياء : الخارصين وهو عنصر فلّزيّ أبيض تشوبه زرقة له مثل كثافة القصدير يستعمل في غلفنة الفولاذ وصناعة الصفر . وتُستعمل مركّباته في الطلاءات ومبيدات الحشرات والأدوية . رمزه « خ » وعدده الذرّيّ ٣٠ ووزنه الذرّيّ ٦٥,٣٧ .

الزؤان DARNEL

في علم النبات : جنس نباتات عشبيّة حوليّة ومعمّرة من فصيلة النجيليات أنواعها عديدة منها البرّية ومنها الزراعيّة المرعويّة .

زوبعة مغنطيسية MAGNETIC STORM

تغيرات غير منتظمة في المجال المغنطيسي

الأرضي تستمرّ من بضع ساعات إلى بضعة أيّام وتسبّب اضطراباً في المواصلات السلكيّة واللاسلكية .

الزئبق MERCURY

في الكيمياء : عنصر فلّزيّ سائل في درجات الحرارة العاديّة كثافته ١٣,٥٤٦ غ لكل سم^3 واحد رمزه « ء » وعدده الذرّيّ ٨٠ ووزنه الذرّيّ ٢٠٠,٥٩ .

الزيت OIL

سائل دهنيّ نباتيّ أو حيوانيّ يستخرج من ثمار النباتات الزيتيّة وبزورها ومن شحوم الحيتان وغيرها .

الزيرقون MINIUM

أكسيد الرصاص الطبيعيّ لونه أحمر ثقله النوعيّ ٦,٤ صلابته من ٢ الى ٣ . يُستعمل في دهان الحديد لأنه يمنع عنه الصدأ .

الزيغان ABERRATION

في علم الفلك : تحرّك ظاهر لصورة نجم في التلسكوب .

- في علم الضوئيات : مجموعة من التشوهات في انظمة ضوئيّة لا تعطي صوراً واضحة .

س

ساعة الكوارتز QUARTZ CLOCK

ساعة تنظّم حركتها بلّورة من الكوارتز تتذبذب ذبذبة ثابتة تحت تأثير مجال كهربائي متردّد له نفس تردّد البلّورة . وهي ساعة اكثر دقّة من الساعة التي ينظّم حركتها بندول . تستعمل في الدراسات الفلكيّة الدقيقة .

الساهور SAROS

في علم الفلك : دورة الخسوف والكسوف التي تتكرّر كل ١٨ سنة و ١/٣ ١٠ أيام عندما تعود الشمس والقمر والأرض إلى وضع واحد نسبيّاً . ليس الساهور دقيقاً لكنّ القدماء كانوا يستعملونه كثيراً .

السبج OBSIDIAN ROCK

في الجيولوجيا : زجاج طبيعيّ من أصل بركاني قاتم اللّون على الإجمال .

السبكتروفوتومتر

SPECTROPHOTOMETER

في الفيزياء : أداة لقياس شدّة الضوء النسبيّة بين مختلف أجزاء الطيف .

السبكتروهليوسكوب

SPECTROHELIOSCOPE

في علم الفلك : مرقب الطيف الشمسّي .

الستراتوبوز STRATOPAUSE

الفاصل الطبقيّ أي الطبقة الجوّيّة بين الستراتوسفير والميزوسفير .

الستراتوسفير STRATOSPHERE

منطقة هادئة من الغلاف الجوّيّ العلويّ للأرض تتميّز بتغيّر طفيف في درجة الحرارة أو بعدم تغيّرها مع الارتفاع . والستراتوسفير خال من السحب وتيّارات الحمل التي تحدث في التروبوسفير وهو الطبقة التي تحته .

الستاتوسكوب STATOSCOPE

في الفيزياء : بارومتر لا سائليّ لتسجيل التغيّرات الطفيفة في الضغط الجوّيّ .

السجُق BOUDINS

في الجيولوجيا : تكوين سجقي أكثر صلابة من الطبقات التي تكتنفه .

السحاب CLOUD

في علم الأرصاد الجوّيّة : تجمّع قطرات مائيّة دقيقة أو بلّورات جليديّة تنشأ عن تكاثف بخار الماء في الجوّ وذلك حين يبرد الهواء إلى درجة دون نقطة تشبّعه .

السحابة البروجيّة ZODIACAL CLOUD

سحابة من أجسام نيزكيّة تسبّب الضوء البروجيّ .

السدّ DAM

حاجز يقام في وجه النهر إمّا لتخفيف سرعة اندفاع الماء أو لخزنها ويمكن تصريفها عند الطلب أو الاستفادة من طاقتها المولّدة .

السدس SEXTANS

كوكبة صغيرة مولّدة في النصف الشماليّ من الكرة السماويّة واقعة بين قلب الأسد وقلب

الشجاع . جميع نجومها ضعيفة .

السديم NEBULA

في علم الفلك : جسم مضيء أو مظلم ذو حدود غير واضحة بامكان التلسكوبات أن تمكّن من رؤ يتها في السماء أو تصويرها .

السراخس FERNS

صفّ من شعبة مستورات الزهر الوعائيّة يشمل السرخس والخنشار وكزبرة البئر وغيرها .

السرعة SPEED

نسبة المسافة التي يقطعها الجسم إلى الزمن الذي يقضيه في قطعها .

سرعة الإفلات VELOCITY OF ESCAPE

في الفيزياء : سرعة انعتاق جسم من جاذبيّة الأرض أو الكواكب السيّارة . هذه السرعة على الأرض تبلغ ١١,٢ كيلومترا في الثانية .

السرعة الحرجة CRITICAL VELOCITY

في الفيزياء : السرعة التي تنتهي عندها الحركة الانسيابيّة للسائل وتصبح حركة دوّاميّة .

السرعة الشعاعيّة RADIAL VELOCITY

سرعة اقتراب جسم من نقطة المشاهدة بالنسبة إلى الأرض أو ابتعاده عنها ويمكن تعيينها بقياس انحراف دوبلر بين خطوط العناصر ذاتها في طيف النجم وطيفها في مختبر على الأرض .

سرعة الصوت SPEED OF SOUND

في الفيزياء : معدّل انتقال الصوت في وسط ما . ويتغيّر هذا المعدّل بتغيُّر نوع الوسط ودرجة حرارته وكثافته . وتبلغ سرعة الصوت حوالى ١١٩٠ كلم في الساعة ، أي ٣٣٠ متراً في الثانية في الهواء في درجة الصفر المئويّ وتحت الضغط الجوّيّ العاديّ .

سرعة الضوء SPEED OF LIGHT

في الفيزياء : معدّل انتقال الضوء ويتّخذ ثابتة في بعض النظريّات . وتبلغ سرعة الضوء في الفراغ حوالى ٣ × ١٠^٨ متر أو ٣٠٠٠٠٠ كيلومتر في الثانية .

السرعة المداريّة ORBITAL VELOCITY

سرعة لازمة للمحافظة على جسم يتحرّك في مدار مقفل حول الشمس أو كوكب أو قمر .

السرعة النهائيّة TERMINAL VELOCITY

السرعة القصوى الفرضيّة التي يمكن أن يبلغها جسم على طول مسار طيران مستقيم معينّ تحت ظروف معيّنة من الوزن والدفع إذا كان عبوره خلال مسافة غير محدّدة في هواء ذي كثافة نوعيّة واحدة .

السعة AMPLITUDE

في الفيزياء : قيمة كمّيّة معيّنة أو حجمها أو شدّتها . وفي الكهرباء أو الصوت هي أقصى تغيُّر يحدث في الموجة عن متوسِّط قيمتها .

السُّعر CALORIE

في الفيزياء : الحريرة وهي وحدة طاقة الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام من الماء درجة مئويّة واحدة .

السقوط الحرّ FREE FALL

في الفيزياء : حركة أي جسم يتحرّك في مجال جاذبيّة وهو غير مدفوع بمحرّكات .

سلاسل جبال ساحليّة COAST RANGES

في الجيولوجيا : مجموعة جبال موازية تقريباً لطرف قارّة من القارّات . وهي بوجه خاصّ السلاسل الجبليّة الواقعة على امتداد الساحل الغربيّ لأمريكا الشماليّة .

السلفات SULFATE

في الكيمياء : اسم شامل يُطلق على مختلف أملاح الحامض الكبريتي الناتجة عن تآلفه مع

بعض المعادن أخصّها الحديد والنحاس والكلسيوم والبوطاسيوم والصوديوم .

سلّم ريشتر RICHTER SCALE

سلّم يستعمل لقياس شدّة الزلازل أي كميّة الطاقة التي تنعتق من بؤرة الزلزال .

سلّم موهْز MOHS SCALE

مقياس يتكوّن من عشرة معادن معروفة مرتّبة ترتيباً تصاعدياً حسب صلادتها وهي : ١ . الطلق ؛ ٢ . الجصّ ؛ ٣ . الكلسيت ؛ ٤ . الفلوريت ؛ ٥ . الأبّاتيت ؛ ٦ . الأورثوكلاز ؛ ٧ . المرو ؛ ٨ . التوبّاز ؛ ٩ . الكورندوم ؛ ١٠ . الماس .

السّمت AZIMUTH

في علم الفلك : قوس الأفق يُقاس في اتّجاه حركة عقرب الساعة في نقطة ثابتة إلى دائرة رأسيّة أو مستوى رأسّي مارّ بالجسم .

السمحاق CIRROSTRATUS

سحاب مرتفع أشبه ما يكون بالحجاب .

السمحاق الركاميّ CIRROCUMULUS

سحاب أبيض متكوّن من قطع صغار متدان بعضها من بعض ينشأ على ارتفاع ٦٠٠٠ متر تقريباً وله مظهر متغضّن أو حببيّ ويشير عادة إلى تغيّر في الطقس .

السمحاق الطبقيّ CIRRUS

نوع من السحاب الرقيق على شكل خيوط أو ريش يتكوّن من بلّورات جليديّة صغيرة وينشأ على ارتفاع ٦٠٠٠ متر تقريباً .

السمط الجبليّ CORDILLERA

في الجيولوجيا : مجموعة من السلاسل الجبليّة .

سمك الأحواض GUPPY

في علم الحيوان : جنس سمك كثير الألوان لا يؤكل ويعيش في المياه التي تبلغ حرارتها ٢١° س وما فوق .

السموغ SMOG

كلمة مركّبة من كلمتين إنجليزيتين هما سموك (دخان) وفوغ (ضباب) . ويظهر السموغ عندما لا يستطيع الهواء الملوّث الارتفاع في الجوّ بسبب الفرق في درجات الحرارة بين طبقاته .

السنام الغوريّ BATHOLITH

في الجيولوجيا : الباثوليت وهو كتلة كبيرة من الصخر الناريّ تمتدّ تحت الأرض إلى عمق غير معروف .

السُنباذج EMERY

في الجيولوجيا : مسحوق شديد الصلابة ينجم عن تحطيم القرتد ويُستعمل في صقل المعادن والأخشاب وحتّها ونهكها .

السنة الجيوفيزيائيّة الدوليّة

INTERNATIONAL GEOPHYSICAL YEAR

مدّة زمنيّة مقدارها حوالى ١٨ شهراً خلال سنتي ١٩٥٧ و١٩٥٨ ، تضافر فيها علماء ٦٧ دولة وكثير من محطّات البحوث التي أنشئت خلال تلك المدّة .

السنة الضوئيّة LIGHT YEAR

المسافة التي يقطعها الضوء في سنة كاملة وهو يسير بسرعة ٣٠٠ ألف كلم في الثانية .

السنكروترون SYNCHROTRON

مسارع جسيمات في مدار دائريّ متزامن مع المجال المغنطيسي .

سُهب PENEPLAIN

في الجيولوجيا : هو السهل التحاتّي .

السهل PLAIN

في الجغرافيا : كل سطح مستوٍ من الأرض كبير نسبياً وكل سطح ليس فيه إلاّ تفاوت يسير في ارتفاعه .

السهل التحاتّي PENEPLAIN

في الجيولوجيا : بقعة جبليّة حوّلتها عوامل التأكّل والتّعرية إلى شبه سهل .

السهل الساحليّ COASTAL PLAIN

في الجيولوجيا : سهل يقع أحد أطرافه على شاطىء البحر أو على شاطىء مسطّح مائيّ كبير ويمتدّ داخل البرّ إلى طرف آخر يتميز بارتفاع ظاهر .

سهل الغسل

OUTWASH FAN

في الجيولوجيا : سهل حصويّ رمليّ رسّبته مجاري المياه الذائبة من الركامات الجليديّة .

السهم ARROW

في الرياضيّات : الخطّ العموديّ الواصل بين منتصف قوس الدائرة ومنتصف الوتر الواصل بين طرفيه .

السوثدون SOUTHDOWN

نوع من الخراف الانجليزيّة الصغيرة .

السوطيّات FLAGELLA

شعبة حيوانات دنيا وحيدات الخليّة من صنف النقيعيات .

السونار SONAR

جهاز سبر بالصدى لكشف مواقع الأشياء تحت الماء أو لمعرفة عمق القاع .

السيّال SIAL

في الجيولوجيا : القشرة السطحيّة الغرانيتيّة من الغلاف الصخريّ ومعظمها من مركّبات السيليكا والألومينا .

السيريوم CERIUM

عنصر كيميائيّ فلزيّ رماديّ اللون من مجموعة العناصر الأرضية النادرة رمزه « سر » وعدده الذرّيّ ٥٨ ووزنه الذرّيّ ١٤٠,١٢ .

السيف BEACH

في الجغرافيا : شاطىء من الحصى أو الرمل يكاد يكون مستوياً ، مكوّن بفعل مدّ المياه العالية لبحر أو بحيرة أو نهر .

السيف الحاجز BARRIER BEACH

في الجيولوجيا : جزيرة طويلة تكوّنت من موادّ مفكّكة رسّبتها الأمواج إلى ما فوق سطح البحر . وكذلك جزيرة رمليّة موازية للشاطىء .

السيف القارّيّ

CONTINENTAL PLATFORM

في الجيولوجيا : الجزء المنبسط من القارّة ممّا يلي البحر .

السيل FLASH FLOOD

اندفاع مفاجىء للماء في خانق أو واد عقب انهمار الماء من السحاب أو مطر غزير على مرتفع قريب .

السيليكا SILICA

في الجيولوجيا : ثاني أكسيد السيليكون .

السيليكات SILICATE

في الكيمياء : كلّ مركّب من بضعة مركّبات شبيهة بالزجاج وتحتوي على سيليكون وأكسجين وعنصر فلزّيّ أو أكثر .

السيليكون SILICON

في الكيمياء : عنصر كيميائي هو أكثر العناصر وفرة في القشرة الأرضيّة بعد الأكسجين ويوجد عادة متّحداً مع الأكسجين في مركّبات . رمزه « س » وعدده الذرّيّ ١٤ ووزنه الذرّيّ ٢٨,٠٨٦ .

الساذَنج HEMATITE

في الجيولوجيا : معدن هو أكسيد الحديد صيغته م٢ أ٣ وهو أهم خامات الحديد وأكثرها وفرة .

ش

الشار CHAR

في علم الحيوان : نوع من السمك يعيش في الأنهار وفي البحيرات الحديثة .

الشالوف WATERFALL

في الجغرافيا : الشلاّل الصغير الحجم المرتفع المنحدَر .

الشبر الإنجليزي SPAN

وحدة طول انجليزيّة تساوي تسعة إنشات .

الشبكة المتسامتة GRID

شبكة ذات خطوط أفقيّة وعمودية متساوية الأبعاد يستعملها المسّاحون .

الشبَه BRASS

النحاس الأصفر .

شبه الجزيرة PENINSULA

في الجغرافيا : قطعة من الأرض بارزة الى الماء تكاد تكون محوطة به وتتّصل بالأرض الرئيسة بشريط ضيّق من الأرض .

شبه الظلّ PENUMBRA

في الفيزياء : حالة سطح غير مضاء بشكل كامل من قبل جسم مضيء يحجب جسم غير شفّاف اشعّته جزئياً .

الشبّوط CARP

في علم الحيوان : جنس أسماك مأكولة من فصيلة الشبّوطيّات أنواعه عديدة معظمها من أسماك المياه العذبة .

الشَحم GREASE

مادّة دهنيّة بيضاء تذوب بسهولة تستخرج من الأنسجة الدهنيّة عند مختلف الحيوانات على حالات عديدة تتراوح بين السيولة والتجمُّد .

الشريط البروجيّ ZODIACAL BAND

شريط من الضوء الخافت يظهر على الكرة السماويّة ويربط بين الضوء البروجيّ والضوء المقابل للشمس أي الوهج المضادّ .

الشعاعيّات RADIOLARIA

في علم الحيوان : رتبة كائنات حيوانيّة دنيا من الخوريّات وحيدة الخليّة مشعّة الأطراف .

الشِعب REEF

في الجيولوجيا : حيد أو سلسلة من الصخر أو المرجان عند سطح البحر أو بالقرب منه . وعادةً ما يكون مغموراً بالماء ولكنّه قد يظهر في وقت الجزر .

الشِعب COL

في الجغرافيا : فجوة أو ممرّ بين قمّتي جبل .

الشِعب الحاجز BARRIER REEF

في الجيولوجيا : جدار طويل ضيّق من صخور المرجان يمتدّ بجوار ساحل جزيرة أو قارّة فوق سطح الماء أو تحته مباشرة .

الشعبة SECTION

في تصنيف الأحياء تأتي بعد الطائفة وقبل الطبقة .

الشعير BARLEY

في علم النبات : جنس نباتات عشبيّة حوليّة

بريّة أو زراعية من فصيلة النجيليّات يُعتبر من أقدم النباتات الزراعية وأوسعها انتشاراً .

الشفق TWILIGHT

الفترة الواقعة بعد غروب الشمس والفترة الواقعة قبل شروقها عندما تكون السماء غير مظلمة . يستمر الشفق الفلكي عندما تكون الشمس على أقلّ من ١٨ درجة تحت الأفق .

الشفق القطبي POLAR AURORA

في علم الفلك : ضياء يظهر في الأفق قبيل طلوع الشمس . والإضاءة التي يحدثها الشفق القطبيّ (الشماليّ أو الجنوبيّ) قلّما تتعدّى ضوء القمر في ربعه الأوّل . عندما يكون الشفق ملّوناً يكون الأحمر في قسمه الأسفل والأخضر في قسمه الأسفل ويفصل بينهما لون أصفر . الشفق ظاهرة إشعاع ضوئي يحدث في اعلى الجوّ حيث الضغط منخفض والغازات مؤ ينة وسببها وصول جسيمات مكهربة آتية من الشمس . يحوّل مسار هذه الجسيمات نحو القطبين تحت تأثير المجال المغنطيسي الأرضي . وفي الوقت ذاته يتعدّل هذا المجال المغنطيسي فترتبك الإبر المغنطيسية . يكثر حصول هذه الظاهرة في فترات النشاط الشمسّي القويّ .

الشفق القطبي الجنوبي

AURORA AUSTRALIS

في علم الفلك : مظهر طبيعيّ لتيّارت ضوئيّة تشعّ بشكل مراوح من منطقة القطب الجنوبيّ وتشاهد على مسافات بعيدة ويعتقد أنها تنتج عن اضطرابات كهرطيسيّة في الجوّ .

الشفق القطبي الشماليّ

AURORA BOREALIS

في علم الفلك : مظهر طبيعيّ لتيّارت ضوئيّة تشعّ بشكل مراوح من منطقة القطب الشماليّ وتشاهد على مسافات بعيدة . ويُعتقد أنها تنتج عن اضطرابات كهرطيسية في الجوّ .

الشفيوت CHEVIOT

سلالة ضأن مهدها البلاد البريطانيّة تتميّز بغزارة صوفها .

الشقّ CREVASSE

شقّ عميق رأسّي في مثلجة .

شقوق الطين MUDCRACKS

في الجيولوجيا : الشقوق التي يسبّبها جفاف رواسب الطين أو الغرين على سطح الأرض .

الشكُد RATION

ما يكفي الدابّة يوماً من العلف .

الشمس SUN

الكوكب النهاريّ المضيء بذاته والشمس كوكب غازي يتكوّن من أكثر من ٩٨٪ من الهيدروجين والهيليوم وتفوق كتلته ٣٣٣٠٠٠ مرّة كتلة الأرض لكن كثافتها دون كثافة الأرض . تدور الشمس على محورها دورة واحدة كلّ ٢٥ يوماً و٩ ساعات و٣٥ دقيقة عند خط الاستواء وكلّ ٣٥ يوماً عند الدرجة ٨٠ من خطوط العرض . تبلغ حرارة سطحها المضيء ٦٠٠٠° سنتيغراد ومن هذا السطح تستمدّ الأرض النور والحرارة ويصلنا نور الشمس في مدّة ٨ دقائق و١٨ ثانية أمّا قطرها فيبلغ ١٠٩ أضعاف قطر الأرض وتبلغ المسافة بينها وبين الأرض ١٤٩,٩ مليون كيلومتر .

شمس منتصف الليل MIDNIGHT SUN

الشمس المنظورة عند نصف الليل في منتصف الصيف بمناطق القطبين الشماليّ والجنوبيّ .

الشواظ PROMINENCE

كتلة من غاز تشبه السحابة تنبعث من جوّ الشمس الغازيّ . وهناك نوعان من

الشواظات : الشواظات الساكنة وهي التي بعد أن ترتفع من الكروموسفير تبقى طافية فوقه والشواظات الثوارنيّة وهي عابرة وقد يبلغ ارتفاعها مئات آلاف الكيلومرات .

شوائب معدنيّة

GANGUE

في الجيولوجيا : غثّ المعادن والأتربة التي توجد في الخامات الثمينة في راسب أوعرق .

الشوفان OATS

في علم النبات : جنس نباتات عشبيّة حوليّة بريّة وزراعية من فصيلة النجيليّات أنواعه كثيرة منتشرة في جميع انحاء العالم .

الشينوك CHINOOK

ريح من الرياح الجنوبيّة الغربيّة تختص بها منطقة سيرًا نيفادا والجبال الصخرية في أمريكا الشماليّة .

ص

الصائبة SOUTH-WEST WIND

في علم الأرصاد الجوّيّة : ريح جنوبيّة غربيّة مهبُّها بين الجنوب والغرب ووجهتها بين الشرق والشمال .

الصاروخ ROCKET

مركبة تحتوي على جهاز يولّد دفقاً وتتحرّك بواسطة طرد تيّار من غاز ساخن من مؤخّرتها . مصدر القوّة فيها وقود سائل أو جافّ يشتمل على المؤكسد بحيث لا يعتمد على الجوّ وباستطاعة المركبة أن تعمل خارج الغلاف الجوّيّ .

الصاروخ الارتكاسيّ RETROROCKET

في الملاحة الجوّيّة : صاروخ كابح يستخدم لتخفيف سرعة العربة العائدة إلى جوّ الأرض أو الهابطة على سطح سيّارفيه جوّ .

الصاروخ الفوتونيّ PHOTON ROCKET

في الفيزياء : صاروخ تحلّ فيه محل الغازات المنبثقة من أنبوب الانفلات حزمة من الفوتونات أي من الضوء .

الصاروخ القياديّ CONTROL ROCKET

صاروخ يُستعمل في توجيه قذيفة باليستيّة أو مركبة فضائيّة أو إسراعها أو إبطائها .

الصاعدة STALAGMITE

في الجيولوجيا : عمود من ترسبُّات كربونات الكلسيوم صاعد من أرض مغارة .

الصاعقة THUNDERBOLT

إفراغ كهربائيّ جوّيّ بين سحابة مكهربة والأرض أو بين سحابتين ويصحبها برق ورعد .

الصَّبا EASTERLY WIND

في علم الأرصاد الجوّيّة : ريح شرقيّة مهبُّها من مطلع الثريّا إلى بنات نعش يقابلها الدبور .

الصبَّة CAST

في الجيولوجيا : نوع من الحفريّات تحلّل أو ذاب منه جزء صلب فترك تجويفاً امتلأ بعد ذلك بمعدن ما .

الصبيّدج SQUID

جنس حيوانات بحريّة من الرخويّات الرأسيّة الأرجل وهو من الحيوانات المفترسة ، قوته الأسماك الصغيرة والقشريّات .

الصّمة

TOUGH ROCK

في الجيولوجيا : الصخرة الصلبة وتدعى أيضاً الصيّمة .

الصحراء DESERT

في الجغرافيا : منطقة واسعة من الأرض تكاد تكون جدباء وهي في العادة أرض ذات مطر نادر ونبات نزر .

الصّخر ROCK

في الجيولوجيا : اسم يُطلق على المرو والحجر الرمليّ والجصّي والصلصال . وتقسم

الصخور من حيث تكوينها الطبيعيّ إلى ثلاثة أقسام :
- الصخور الناريّة وهي الأصليّة أو المتبلّرة التي تكوّنت من مواد معدنيّة مصهورة تصلّبت بالبرودة كالبازلت .
- الصخور الرسوبيّة وهي الثانويّة التي نتجت عن تراكم فتائت الصخور الأصليّة وتماسكها مع مختلف المواد الحيوانيّة والنباتيّة كالحجارة الجصّيّة .
- الصخور المتحوّلة وهي التي كانت في أوّل أمرها إمّا ناريّة أو رسوبيّة ثمّ تحوّلت بتأثير عوامل طبيعيّة خاصّة إلى حالة مميّزة جديدة كالرخام .

الصخر الدخيل XENOLITH
في الجيولوجيا : قطعة من الصخر في داخل بعض الصخور الناريّة ذات أصل مخالف للصخر الناريّ . ويطلق هذا الاسم أيضاً على كل قطعة من صخر في داخل صخر آخر .

الصخر الرسوبيّ
SEDIMENTARY ROCK
في الجيولوجيا : صخر أو تكوين صخريّ ناتج عن قرار رواسب من صخور أقدم منه أو عن تراكم بقايا نباتيّة وحيوانيّة أو عن التفاعلات الكيميائيّة ورواسبها .

صخر القاعدة BEDROCK
في الجيولوجيا : الصخر الأصمّ الذي يقع تحت طبقة من التربة أو الرمل أو الطين . وقد يكون ظاهراً على سطح الأرض .

الصخر الكظيم أو الصخر المتداخل
INTRUSIVE ROCK
في الجيولوجيا : الصخر الناريّ الذي تجمّد تحت قشرة الأرض لا فوق سطحها .

الصخر المتحوّل METAMORPHIC ROCK
في الجيولوجيا : كلّ صخر تغيّر نسيجه أو تركيبه بفعل الحرارة أو الضغط والمحاليل المائيّة الحاملة للمعادن بعد تكوّنه .

الصخر المصطبيّ TRAP ROCK
في الجيولوجيا : صخر ناريّ قاتم اللون دقيق الحبيبات يوجد عادة في كتل كبيرة منبسطة .

الصخر الناريّ IGNOUS ROCK
في الجيولوجيا : الصخر الذي يتكوّن عندما تبرد ثمّ تتجمّد مادّة الصخر المنصهرة المسمّاة صهارة في باطن الأرض أو على سطحها .

الصخور الاسترسابيّة INTRUSIVE ROCKS
في الجيولوجيا : الصخور الناريّة التي تجمّدت تحت قشرة الأرض لا فوق سطحها .

الصخور البلوتونيّة PLUTONIC ROCKS
في الجيولوجيا : صخور جوفيّة ناريّة أو صهاريّة ترتفع من تحت القشرة الأرضيّة او تشكّل قبباً على سطح الأرض .

صخور غَنَميّة
ROCHES MOUTONNÉES
في الجيولوجيا : عُجر صخريّة مدوّرة بفعل الثلج وهي عادة ملساء وبها بعض خدوش وحزوز في الناحية المواجهة للثلج وخشنة شديدة الانحدار في الناحية المقابلة .

الصدع FAULT
في الجيولوجيا : شرخ أو انفصال في التكوين الصخريّ تحرّك أحد جانبيه بالنسبة إلى الجانب الآخر حركة افقيّة أو رأسيّة أو افقيّة رأسيّة .

الصدع الجذبيّ GRAVITY FAULT
في الجيولوجيا : كسر في قشرة الأرض تهبط عنده كتلة كبيرة منها إلى أسفل عند خط الكسر .

صَدع الدَّسْر THRUST FAULT

في الجيولوجيا : كسر في قشرة الأرض يؤدّي إلى تحرُّك علويّ للجدار المعلَّق بالنسبة إلى الجدار الأسفل .

الصدع العموديّ VERTICAL FAULT

في الجيولوجيا : شقّ في قشرة الأرض يكون فيه مستوى الصدع عمودياً أو يكاد يكون عمودياً .

الصدع المعتاد NORMAL FAULT

في الجيولوجيا : شقّ في طبقات الصخور انزلق فيه الجدار المعلّق إلى أسفل .

الصدع المعكوس REVERSE FAULT

في الجيولوجيا : شقّ في قشرة الأرض يبدو فيه أنّ طبقات الصخور التي في أحد جانبيه قد دُسِرَت فتراكبت على طبقات الصخور في الجانب الآخر .

الصدَف SHELL-FISH

في علم الحيوان : حيوانات بحريّة من القشريّات .

الصدَف BLUFF

في الجيولوجيا : مرتفع شديد الانحدار .

الصدَفة SHELL

غطاء عضوي ثلاثيّ الطبقات صلب المادّة يغلّف أجسام بعض الرخويّات ؛ مادّته مركّبة من كربونات الكلسيوم .

الصرف DRAINAGE

في الجيولوجيا : الطريق الذي يتّخذه الماء السطحيّ في سيره نحو الأنهار والجداول الجارية .

الصريد RIME

في علم الأرصاد الجوّيّة : راسب خشن غير شفّاف من بلّورات الجليد يتكوّن بتجمُّد قطيرات الماء الملامسة لجسم ما .

الصفّ CLASS

في تصنيف الأحياء ما يأتي بعد القسم وقبل الطائفة .

الصفحة الجليديّة ICE SHEET

في الجيولوجيا : مثلجة أو غطاء غليظ نسبياً من الجليد على الأرض اليابسة . وتسمّى قلنسوة جليديّة عندما تكون فوق مساحة محدودة .

الصُفْر BRASS

في الكيمياء : أشابة من النحاس والزنك مصفرَّة اللون .

الصقيع الفضّي HOARFROST

إبَر أو بلّورات صغيرة من الجليد فضّيّة المظهر تتكوّن على سطح الأرض أو على الأجسام القريبة منه عندما تكون درجة الحرارة دون الصفر المئويّ .

الصلصال CLAY

في الجيولوجيا : صخر طينيّ مركّب من سليكات الألومينوم . حبيباته دقيقة متجانسة . يتميّز بشدة لزوجته عند البلل وبتماسكِه وصلابة ذرّاته . يُستعمل في صناعة الأواني الخزفيّة .

الصلصال الأبيض CALAMITE

في الجيولوجيا : نوع من الصلصال يتميّز ببياض لونه وقلّة الموادّ الغريبة التي يحويها وهو دقيق الجسيمات اللزجة المتماسكة .

الصلصال الصينيّ KAOLIN

صلصال أبيض يكثر وجوده في الصين ويستعمل لصناعة الخزف الصيني .

الصمام الثنائيّ DIODE

في الفيزياء : أي جهاز ذي قطبين يكون فيه مرور الكهرباء في أحد الاتجاهين أيسر من مرورها في الاتجاه الآخر .

الصَّمغ GUM

مادّة لزجة دابقة عادمة الطعم والرائحة تفرزها بعض النباتات إمّا طبيعيّاً أو بتأثير حالة مَرضيّة .

الصندل BARGE

سفينة نقل قاعها مسطّح .

الصنَم STOCK

في الجيولوجيا : جسم من صخر ناريّ أُقحم عنوة في صخر أقدم منه . والمعتاد أن يقطع الصنم طبقات رسوبيّة وأن يزداد حجماً كلّما ازداد عمقاً وأن تقلّ مساحته عن ١٠٠ كلم٢ .

الصهارة MAGMA

في الجيولوجيا : مادّة صخريّة مذابة في باطن الأرض ينشأ منها الصخر البركاني حين تبرد .

الصهريج CISTERN

وعاء محكم السدّ كثير الاستيعاب يُستعمل لنقل السوائل .

الصوّان CHERT

في الجيولوجيا : صنف من السيليكا دقيق التحبُّب يوجد عادة كعقيدات في تكوينات الجير .

الصوت SOUND

في الفيزياء : أثر تحدثه ذبذبات سريعة للأجسام تنتشر في البيئات المادّيّة وتثير حاسّة السمع .

الصوت الفوقيّ ULTRASON

اهتزاز في طبيعة الصوت ولكنّ تردّده من القوّة بحيث يجعل سماعه متعذراً .

الصيرة FOLD

حظيرة البقر والغنم والماعز .

الصيغة FORMULA

في الكيمياء : تعبير مجازيّ أو رقميّ يدلّ على كمّيّات الموادّ التي يتألف منها تركيب معينّ ما مع نسبة عناصره .

ض

الضالّ ERRATIC

في الجيولوجيا : جلمود كبير حمُِل واستقرّ بفضل المثالج .

الضأن SHEEP

جنس حيوانات داجنة مجترّة من فصيلة الغنميّات تربّى للحمها وصوفها ولبنها .

الضباب FOG

في علم الأرصاد الجوّيّة : كتلة من قطيرات الماء كثيفة نسبيّاً وتقع في المنطقة المنخفضة في الجوّ قريباً من سطح الأرض . وهي تنشأ عندما يمرّ الهواء الدافىء الرطب بمنطقة باردة فيبرد حتى يبلغ نقطة الندى .

الضباب الدخانيّ SMOG

في علم الأرصاد الجوّيّة : خليط من دخان وضباب وأكثر ما يكون شيوعاً في المناطق الصناعيّة بالقرب من الأنهار والبحيرات والبحار .

الضغط PRESSURE

في الفيزياء : حاصل قسمة القوّة التي يمارسها سائل أو غاز على سطح على قيمة هذا السطح .

الضغط الجوّيّ ATMOSPHERIC PRESSURE

مقدار وزن الهواء في أيّة نقطة كانت معيّنة فوق سطح الأرض . وهو يقدّر عند سطح البحر بما يعادل ضغط عمود من الزئبق ارتفاعه نحو ٧٦ سم .

الضغط الحرج CRITICAL PRESUURE

في الفيزياء : ضغط بخار المادّة المشبع عند درجة الحرارة الحرجة .

ضغط الهواء AIR PRESSURE

في الفيزياء : القوة التي يحدثها الهواء الجوّيّ أو كمية محصورة من الغاز على وحدة مساحيّة ما .

الضلع ESKER

في الجيولوجيا :حيد طويل غير منتظم من رمل وحصى شبه طباقيّ ناجم عن المجاري المائيّة التي تسيل في المثالج أو تحتها .

الضوء LIGHT

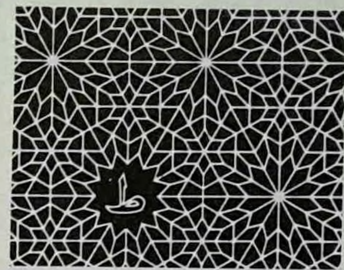
في الفيزياء : كلّ ما ينير الأشياء ويمكّن من رؤيتها . والضوء يتكوّن من موجات كهرطيسيّة تبلغ سرعة انتشارها في الفراغ ٣٠٠٠٠٠ كلم في الثانية .

الضوء الأبيض WHITE LIGHT

ضوء يمكن تحليله إلى طيف مستمرّ من أطوال الموجات فيعطي الألوان التي يتألف منها وهي ألوان قوس قزح .

الضوء البروجيّ ZODIACAL LIGHT

شريط من الضوء الخافت يمتد على طول فلك البروج أكثر أجزائه لمعاناً أقربها من الشمس وهناك جزء آخر يزيد لمعانه عن غيره ولكنّه أضعف من الأوّل وهو المقابل للشمس أي الوهج المضادّ .



ط

طاقة الترابط BINDING ENERGY

في الفيزياء : الطاقة اللازمة لفصل جسيم عن مجموعة جسيمات متماسكة مثل فصل بروتون ما عن نواة ذرّة .

الطاقة الحركيّة KINETIC ENERGY

في الفيزياء : الطاقة التي يتمتّع بها الجسم بسبب حركته .

الطاقة الذرّيّة ATOMIC ENERGY

في الفيزياء : الطاقة التي تنطلق عند تفكّك نوى الذرّات في الانشطار الذرّي أو عند تجميعها في الاندماج النوويّ .

الطاقة الكامنة POTENTIAL ENERGY

في الفيزياء : طاقة ميكانيكيّة أو كيميائيّة مختزنة في وسعها أن تؤدّي عملاً بسبب وجودها في وضع خاصّ أو في حالة كيميائيّة معيّنة . وتقاس هذه الطاقة بوحدات كالارغ أو الجول أو المتر أو الكيلوغرام .

الطاقة المشعّة RADIANT ENERGY

في الفيزياء : طاقة تنتقل على شكل موجات الراديو والأشعة تحت الحمراء والضوء المرئيّ وغيرها .

الطاقة النوويّة NUCLEAR ENERGY

في الفيزياء : الطاقة الناتجة عن تفاعلات تشمل عمليّات انشطار النواة أو العمليّات التي تلتحم فيها نواتا ذرّتين لتكوّنا نواة واحدة (إندماج) . وقد تكون هذه الطاقة على صورة حرارة أو ضوء أو إشعاعات أخرى .

الطائفة SUB-CLASS

في تصنيف الأحياء تأتي بعد الصفّ وقبل الشعبة .

الطباشير CHALK

في الجيولوجيا : حجارة جيريّة ناصعة البياض قليلة الصلابة حثيثة الأثر مكوّنة من ذرّات الجير تخالطها بقايا محاريّة صدفيّة حوّلها مرور الزمن بالضغط والترسيب .

الطبقة STRATUM

في الجيولوجيا : مهد أو رقيقة من الصخور الرسوبيّة يختلف عنها عادة ما فوقها وما تحتها من طبقات الصخر سماكة وتركيباً .

الطبقة الأوزونيّة OZONOSPHERE

طبقة من طبقات الجوّ يتراوح ارتفاعها بين ٢٠ و٣٠ ميلا وتشتمل على نسبة مرتفعة من الأوزون .

طبقة انحدار حراريّ THERMOCLINE

في الجيولوجيا : طبقة من الماء تكون على أعماق مختلفة وتقلّ فيها درجة الحرارة أسرع ممّا تقلّ في ما فوقها أو تحتها من الطبقات .

طبقة الترسُّب الحوليّة VARVE

في الجيولوجيا : قرارة تتكوّن من أزواج من الطبقات الرقيقة وتكون الطبقة السفلى من كل زوج منها خشنة رمليّة على حين تكون الطبقة العليا من طمي دقيق أو طين وكلّ زوج

من هذه الطبقات هو ما ترسّب في البحيرة في عام واحد .

الطبقة الثقيلة HEAVYSIDE LAYER

منطقة من جوّ الأرض المتأيّن تعكس الموجات اللاسلكيّة وتعيدها إلى الأرض .

الطبقة السفلى SUBSTRATUM

في الجيولوجيا : الطبقة من التراب أو الصخر التي تقع تحت طبقة أخرى مباشرة .

الطبقة المغلّفة MANTLE

في الجيولوجيا : الجزء من الأرض الواقع بين قشرتها وقلبها وهو يمتدّ على عمق حوالى ٢٩٠٠ كلم .

الطخرور CIRRUS

سحاب رقيق شبيه بالصوف يكون على ارتفاع عالٍ جدّاً .

الطرح DRIFT

في الجيولوجيا : تجمُّع كومة من الموادّ مثل الجلاميد والحصباء والرمل والطين انتقلت بفعل المثالج . ويُسمّى الطرح الذي يترسّب بذوبان الجليد الحريث الجليديّ .

الطريق السيّار HEIGHWAY

طريق باتجاهين منفصلين تسرع عليه السيارات ولا يتقاطع بطرقات فرعيّة .

الطرين OOZE

رواسب طينية (من الغِرْين او الطمي) في قاع بحيرة او نهر .

طغيان (البحر) TRANSGRESSION

حركة للأمواج يتعدّى بها البحر مساحات قارّيّة مجاورة .

الطفاوة CORONA

في علم الفلك : دائرة مضيئة تحيط أحياناً بالشمس وبالقمر سببها وجود غيوم جليديّة في الجوّ .

الطَّفح LAVA

في الجيولوجيا : حمم المعادن المصهورة الملتهبة التي يقذف بها البركان عند ثورانه .

طفح الشقوق

FISSURE ERUPTION

في الجيولوجيا : طفح بركاني سائل ينطلق من جوف الأرض ويشكّل على سطحها مساحات من البازلت تبلغ أحياناً ٥٠٠ كلم٢ .

الطفويّة BUOYANCY

في الفيزياء : القابليّة للطفو على سطح سائل أو القوّة التي تدفع إلى أعلى جسماً طافياً أو مغموراً .

الطفيليّات الجويّة ATMOSPHERICS

مختلف ضروب التشويش الناشئة عن الظاهرات الجوّيّة الكهربائية .

الطلق TALC

في الجيولوجيا : معدن لينّ دهنيّ الملمس مكوّن من سيليكات المغنيسيوم المائيّة ويوجد عادة على هيئة طبقات أو كتل مندمجة ويُستخدم في صناعات الطلاء والخزف والمطّاط والورق وبعض مواد التجميل .

الطميّ ALLUVIUM

في الجيولوجيا : ما يحمله النهر من تراب وطين ويرسّبه على حافّتيه .

الطنف PORCH-ROOF

في الجيولوجيا : الحيد من الجبل وما نتأ منه .

الطوبوغرافيا TOPOGRAPHY

في الجغرافيا : دراسة المعالم الطبيعيّة لسطح الأرض ووصفها بما في ذلك دراسة تمثيلها على خرائط .

الطوبولوجيا TOPOLOGY

في الهندسة : دراسة الخصائص الهندسيّة التي لا تتأثّر بتغيرّ الحجم أو الشكل .

الطوف BARGE

قارب إنزال أو قارب كبير مسطّح .

الطوف الجليديّ FLOE

في الجيولوجيا : كتلة أو حقل من ثلج البحر الطافي الذي يظهر بعد تكسّر الثلج صيفاً في المنطقة القطبيّة الشماليّة أو القطبيّة الجنوبية .

الطول LONGITUDE

في الجغرافيا : الزاوية التي تتكوّن عند كلّ من قطبي الأرض وتكون محصورة بين خط قياسّي كخطّ زوال غرينتش وخطّ زوال يمرّ بنقطة ما على سطح الأرض . ويقاس الطول بعدد الدرجات شرقاً أو غرباً من الخطّ القياسّي .

الطيّة FOLD

في الجيولوجيا : طبقات الصخور التي انثنت أو تجمّدت في شكل تكوين موجيّ والطيّات تنشأ عن حركات في قشرة الأرض .

الطيّة المحدبّة ANTICLINE

في الجيولوجيا : قبوة من الصخور الطباقيّة تنحدر فيها الطبقات من القمّة إلى أسفل في اتّجاهين متقابلين .

الطيّة المقعّرة SYNCLINE

في الجيولوجيا : الوقبة وهي حوض أو ثنية إلى أسفل في طبقات الصخور الرسوبيّة .

الطيّة المقعّرة الإقليمية GEOSYNCLINE

في الجيولوجيا : تقعّر في طبقات الصخور يمتدّ أميالاً .

الطيف SPECTRUM

في الفيزياء : مجموعة الأشعّة المكونة الناجمة عن تفكيك الضوء المركّب وينتج عن تفكيك ضوء الشمس طيف يسمّى الطيف الشمسّي الذي تبدو فيه ألوان قوس قزح . والأطياف نوعان : « أطياف البثّ » الصادرة عن مصادر الضوء و « أطياف الامتصاص » التي يمكن الحصول عليها عن طريق حزم تخترق أجساماً قليلة الشفافيّة . تكون أطياف الأجسام الصلدة والسوائل متّصلة . أمّا أطياف البثّ والامتصاص الناجمة عن العناصر الغازيّة فتختلف باختلاف الغاز وهذه الخاصيّة هي أساس التحليل الطيفيّ .

طيف الانبعاث

EMISSION SPECTRUM

في الفيزياء : طيف يتألّف من خطوط ساطعة منعزلة يتّصف بها الجسم الكيميائيّ .

طيف الأشعّة السينيّة

X-RAY SPECTRUM

في الفيزياء : عندما يُقذف أي عنصر بأشعّة مهبطيّة يشعّ أشعّة سينيّة ذات تردّد مميّز يعتمد على العدد الذرّيّ للعنصر . ويمكن الحصول على صورة الطيف للخطوط المناظرة لعناصر مختلفة من الأشعّة السينيّة هذه .

الطيف الشمسي

SOLAR SPECTRUM

في الفيزياء : الطيف الناجم عن تفكّك ضوء الشمس وتبدو فيه ألوان قوس قزح .

الطيف الومضي

FLASH SPECTRUM

في علم الفلك : طيف الحلقة الماسيّة التي تظهر على قرص الشمس قبيل كسوف كامل أو بعده مباشرة وتظهر فيه خطوط بث مضيئة . سُمّي ومضيّاً لأنه لا يدوم إلاّ ثواني معدودة .

الطين الصفحيّ

SHALE

في الجيولوجيا : صخر رسوبيّ يتكوّن من الطين الدقيق الحبيبات وحبيبات الغرين .

ظ

الظاهرات الزوبعيّة
TEMPESTUOUS MANIFESTATIONS
في علم الأرصاد الجوّيّة : العوامل الجوّيّة التي تسبق أو ترافق الزوابع والأعاصير كالرياح .

الظاهرة PHENOMENON
حقيقة أو حادث يمكن وصفه وإيضاحه على أساس علميّ .

ظاهرة كوريوليس CORIOLIS EFFCT
في الجيولوجيا : انحراف كتلة متحرّكة عن مسيرها الذي يتجه شمالاً أو جنوباً نتيجة لدوران الأرض .

الظلّ UMBRA
عندما يلقي مصدر للضوء ظلاًّ على جسم يتكوّن هذا الظلّ عادة من جزئين : الجزء الداخليّ وهو الظل القاتم الذي لا يصل إليه أيّ ضوء من المصدر والجزء الخارجيّ وهو نصف الظلّ أو شبه الظلّ الذي يصل إليه الضوء من جزء من المصدر .

الظهر الرملي SANDBAR
في الجيولوجيا : حيد أو جسر من الرمل عند سطح الماء أو بالقرب منه ويتكوّن بفعل تيّارات الأنهار أو بفعل الأمواج على الشواطىء .

ع

عاصفة ثلجيّة BLIZZARD

زوبعة ثلجيّة شديدة مستمّرة تصحبها عادة ريح عالية .

العاصفة المغنطيسية MAGNETIC STORM

اضطراب موقّت في مجال الأرض المغنطيسيّ يعزى الى الكلف الشمسيّة .

العدد الذرّيّ ATOMIC NUMBER

في الكيمياء والفيزياء : عدد البروتونات في نواة الذرّة وهو يختلف من عنصر إلى آخر .

العدسة LENS

قطعة من مادّة شفّافة كالزجاج تدخل في آلات التصوير والآلات البصريّة المختلفة . وهي على أنواع .

عرض اصبع DIGIT

مقياس انجليزي للطول يساوي ثلاثة أرباع الإنش .

العرق VEIN

في الجيولوجيا : راسب معدنيّ في شقّ أو في تكوين صخريّ .

العرق ERG

في الجغرافيا : منطقة صحراويّة من رمال متحرّكة .

العرق المعدنيّ LODE

في الجيولوجيا : راسب معدنيّ يتكوّن في عروق أو شقوق متقاربة في الصخر .

العرض LATITUDE

في الجغرافيا : القياس الزاويّ للمسافة الواقعة شماليّ خطّ الاستواء أو جنوبيّه بالدرجات .

العصر PERIOD

في الجيولوجيا : قسم من الزمن الجيولوجيّ اطول من الحين وأقصر من الدهر .

العصر الجليديّ ICE AGE

في الجيولوجيا : أحد عصور ما قبل التاريخ عندما كانت المثالج تغطّي أقساماً عظيمة من اراضي القارّات .

عصر الحياة الحديثة CENOZOIC

صفة تستعمل للدلالة على العصر الحياتي الحديث الممتدّ حتى الوقت الحاضر .

عصر الحياة الوسطى MESOZOIC

صفة تستعمل للدلالة على العصر الحياتي الثاني .

العصر القديم PALAEOZOIC

صفة تستعمل للدلالة على الحياتي الأوّل .

العضادة ALIDAD

جهاز للرؤية يستخدم في تعيين المرتفعات والمسافات كما هي الحال في أعمال المساحة .

العُقيدة NODULE

في الجيولوجيا : كتلة صغيرة توجد في صخور رسوبيّة شتّى وتختلف في تركيبها عن الصخر الرئيس ويرجّح انّها تكوّنت بعد ترسّب الصّخر .

العقيق الأبيض CHALCEDONY

في الجيولوجيا : نوع شبه شفّاف من الكوارتز ترسّب من محلول مائيّ يتراوح لونه عادة بين اللونين البنيّ والرماديّ ويوجد عادة في تجاويف الصُخور .

علاقات التقاطع CROSSCUTTING RELATIONSHIPS

في الجيولوجيا : قاعدة أساسيّة لتقرير علاقات الأعمار بين صخور قديمة وصخرة أحدث منها .

علامة المنسوب BENCH MARK

في علم المساحة ورسم الخرائط الجغرافيّة : علامة سهميّة لتعيين الارتفاع .

علق البحر PLANKTON

الحيوانات والنباتات المجهريّة أو شبه المجهريّة الطافية أو السابحة بضعف على سطح الماء .

العلَم MONADNOCK

في الجغرافيا : تلّ أو جبل من الصخر قاوم التأكّل فعلا عمّا جاوره من هضبة أو سهل أو سهب .

علم الإحاثة PALEONTOLOGY

العلم الذي يتناول دراسة الحياة في ما مضى من الأزمنة الجيولوجيّة وهي دراسة تقوم أساساً على الأحافير النباتيّة والحيوانيّة .

علم الأحياء الإشعاعيّ RADIOBIOLOGY

فرع من علم الأحياء ويبحث في التفاعل بين الأجهزة البيولوجية والطاقة الاشعاعيّة أو الموادّ ذات النشاط الإشعاعيّ .

علم التبيؤ ECOLOGY

فرع من علم الأحياء يدرس العلاقات القائمة بين الكائنات الحيّة والبيئة الطبيعيّة التي تعيش فيها .

علم الذرّيّات ATOMICS

فرع من الفيزياء النوويّة يبحث في الطاقة الذرّيّة والانشطار النوويّ .

علم الرصد الجوّيّ METEOROLOGY

علم يبحث في الجوّ وظواهره وبخاصّة في الأحوال الجوّيّة والتكهّن بها .

علم شكل الأرض GEOMORPHOLOGY

دراسة شكل الأرض وتضاريسها وتوزّع اليابسة والبحار على سطحها .

علم الطبقات STRATIGRAPHY

في الجيولوجيا : علم يبحث في طبقات القشرة الأرضيّة بقصد تحديد الترتيب الطبيعي لتراصفها وتحديد عمرها النسبيّ .

علم الظاهرات الجوّيّة METEOROLOGY

في علم الفلك : علم يدرس الظاهرات الجوّيّة الغاية الأولى منه ارتقاب حالات الطقس .

علم الفلك ASTRONOMY

علم يبحث في مواقع الأجرام السماويّة وتركيبها وحركاتها .

علم الفلك اللاسلكيّ RADIOASTRONOMY

فرع في علم الفلك يستخدم موجات الراديو المنبعثة من أجرام سماويّة معيّنة كوسيلة للحصول على معطيات ما .

علم القذائف BALLISTICS

في الميكانيكا : علم حركة القذائف ومظهرها وتعديلاتها عندما تكون تحت تأثير دفع المحرّكات والريح والجاذبيّة والحرارة أو أيّ عامل أو ظرف أو قوى أخرى .

علم الكونيّات COSMOLOGY

علم يبحث في القوانين العامّة التي تسيّر الكون كما يبحث في تكوين الأجرام السماويّة من سيّارات وكواكب ونظم .

علم المائيّات HYDROLOGY

علم يبحث في خصائص المياه وظواهرها وتوزّعها فوق سطح الأرض وفي التربة وتحت الصخور وفي الجوّ .

علم مساحة الأرض GEODESY

علم يبحث في شكل الأرض وقياس أبعادها .

علم المناخ CLIMATOLOGY

علم يبحث في المناخات وظاهراتها .

العلوم الطبيعيّة NATURAL SCIENCE

فرع المعرفة المعنية بالأشياء الطبيعيّة وتشمل علوم الأحياء والجيولوجيا والمعادن والفيزياء والكيمياء والفلك .

عمر النصف HALF-LIFE

في الكيمياء والفيزياء : المدّة التي يحلّل فيها نصف عدد الذرّات من مقدار معينّ من مادّة مشعّة .

العنبيّة BERRY

في علم النبات : ثمرة لحميّة غير متفتّحة لا نواة لها بل تحتوي على بزرة أو أكثر كالعنبة .

العنصر ELEMENT

في الكيمياء : المادّة البسيطة التي تدخل في تركيب جسم ما كالأكسجين والهيدروجين في تكوين الماء .

العنَفة TURBINE

محرّك مؤلّف من دولاب متحرّك تحت تأثير طاقة سائل أو مائع كالماء أو بخار الماء أو الغاز .

العنق البركانيّ VOLCANIC NECK

في الجيولوجيا : السدادة أو العمود المتكوّن من اللابة المتجمّدة التي ملأت الفتحة الرئيسة لبركان خامد.

العوالق PLANKTONS

في علم الحياة : كائنات حيوانيّة نباتيّة صغيرة معلّقة في الماء .

العوامل البلوتونيّة PLUTONIC ACTIONS

في الجيولوجيا : عوامل باطنيّة أو جوفيّة .

عين الهرّ OPAL

في الجيولوجيا : حجر نفيس متغيّر الألوان هو نوع من السيليس المميّه .

العينيّة EYEPIECE

في علم البصريّات : نظام بصري في منظار أو في مجهر موضوع من جهة عين المراقب ويمكّن من دراسة الصورة التي تعطيها الشيئيّة .

غ

الغاز الطبيعيّ NATURAL GAZ

في الكيمياء : خليط قابل للاشتعال من المركّبات الهيدروكربونيّة أكثره من الميثان يوجد في الطبيعة في فجوات الصخور أو ذائباً في الماء أو مصاحباً الرواسب البتروليّة .

الغازات النادرة RARE GASES

في الكيمياء : غازات موجودة في الهواء بكمّيات ضئيلة . وهذه الغازات هي : الهيليوم والنيون والأرغون والكريبتون والكزينون .

الغبّ FJORD

في الجغرافيا : خليج طويل ضيّق شديد العمق ذو جوانب شديدة الانحدار يتكوّن بفعل الجليد السميك لمثلجة واديّة كبيرة حفرت جزءاً من واديها .

غبار الطلع POLLEN

في علم النبات : حبوب تنتج خلايا التناسل الذكريّة وهي تتكوّن في متك الأزهار أو في المخروطات الذكريّة للنباتات الصنوبريّة وكثيراً ما تبدو كتراب أصفر أو أبيض أو أحمر .

الغبار الكونيّ COSMIC DUST

في علم الفلك : جسيمات ماديّة صغيرة يحتمل أن يتراوح حجمها بين جزء من مائة وجزء من عشرة آلاف جزء من المليمتر تنتشر خلال الفضاء .

الغبراء DUSTBOWL

في الجغرافيا : منطقة جافّة ذات عواصف غباريّة .

الغرافيت GRAPHITE

في الجيولوجيا : معدن أسود رخو دهنيّ الملمس من الكربون النقيّ وهو إحدى الصورتين اللتين يوجد عليهما الكربون خالصاً في الطبيعة . أمّا الصورة الأخرى فهي الماس .

الغرانيت GRANITE

في الجيولوجيا : صخر ناريّ شديد الصلادة تتراوح حبيباته بين الدقيق والكبير ويتكوّن من المرو والفلسبار وكمّيات قليلة من المعادن الأخرى .

غرفة الاشتعال FIRING CHAMBER

غرفة في محرّك صاروخيّ يُشعل فيها الوقود مع المؤكسد ويخلق ضغط الغازات لإعطاء مقدار من السرعة كافية للدفع .

الغرنيريت GARNIERITE

في علم المعدنيّات :ركاز النكل ويسمّى أيضاً نوميت نسبة إلى نوميا في كلدونية الجديدة حيث توجد عروق منه .

الغرين ALLUVIUM

في الجيولوجيا : ما يرسبه الماء الجاري من طمي وحصى ورمل وحجارة . يوجد الغرين في مهاد الأنهار والبحيرات .

الغطّاس GREBE

جنس طير من راحيّات القدم يعيش في المستنقعات والمياه العذبة . ويسمّى أيضاً الغوّاص .

الغلاف الجوّيّ البيئي ECOSPHERE

منطقة الغلاف الجويّ التي يستطاع التنفُّس فيها .

الغلاف الجوّيّ الخارجيّ EXOSPHERE

في علم الأرصاد الجوّيّة : الجزء الخارجيّ من غلاف الأرض الجوّيّ الذي يلي الغلاف الجوّيّ المتأيّن ابتداءً من ارتفاع ٣٣٠ كلم أو أكثر .

الغلاف الجوّيّ الكيميائيّ CHEMOSPHERE

طبقة جوّيّة تقع على ارتفاع ٢٥ كلم وتحتوي على الأوزون وتمتدّ إلى داخل الغلاف الجوّي المتأيّن .

الغلاف الجوّيّ المتأيّن IONOSPHERE

منطقة من الغلاف الجوّيّ تبدأ من ارتفاع ٨٠ كلم تقريباً عن سطح الأرض وتعلو إلى ارتفاع حوالى ١٠٠٠ كلم وهي تتكوّن من جسيمات في الهواء مبعثرة تأينت بالإشعاع الشمسي .

الغلاف الحيويّ BIOSPHERE

المناطق من الأرض ومن الهواء المحيط بها التي يعيش فيها النبات والحيوان .

الغلاف المائيّ HYDROSPHERE

في الجيولوجيا : الجزء من الأرض الذي يحتوي على الماء أو يغطّيه الماء .

الغلاف الواهن ASTHENOSPHERE

منطقة منصهرة جزئيّاً تقع بين نواة القمر المنصهرة والرداء الموجود تحت القشرة .

الغلاف اليابس LITHOSPHERE

في علم طبقات الأرض : مجموع الصخور اليابسة التي تشكّل القشرة الأرضيّة .

الغوّاص GREBE

جنس طير من راحيّات القدم يعيش في المستنقعات والمياه العذبة . ويسمّى أيضاً الغوّاص .

الغوانو GUANO

سماد طبيعيّ من ذرق الطيور البحريّة .

الغيمة CLOUD

مجموعة من الجسيمات الدقيقة السائلة أو الجامدة التي تظلّ متعلقة في الجوّ تحت تأثير حركات الهواء العموديّة .

ف

فادن خيط السبر SOUNDING LEAD

ثقل رصاصي يعلّق في خيط السبر .

فُتات DETRITUS

في الجيولوجيا : كلّ مادّة سائبة تنتج عن التجوية أو تفتُّت الصخور وهي كذلك راسب من كسر الصخور .

الفتق HORST

في الجيولوجيا : هضبة اندفاعيّة بين انكسارين متوازيين .

الفجوة VESICLE

في الجيولوجيا : جيب صغير أو تجويف في بعض الصخور الناريّة تكوّن من تمدّد الغاز في وقت تشكيل الصخرة .

فجوة الماء WATER GAP

في الجيولوجيا : فجوة يحفرها الماء عبر الصخور الصلبة .

الفحم القاريّ BITUMINOUS COAL

في الجيولوجيا : فحم رخو يحتوي على كمّيّة كبيرة من الموادّ الكربونيّة والطيّارة .

الفحم النباتيّ CHARCOAL

في الكيمياء : نوع من الفحم المساميّ غير النقيّ قصيف متميز السواد يتمّ الحصول عليه بتسخين الخشب في معزل عن الهواء .

الفراغ VACUUM

فضاء لا توجد فيه جزيئات ولاذرّات . والفراغ الكامل لا يمكن الحصول عليه طالما أن لكلّ مادّة تحيط بفضاء ضغط بخار محدّد . فاللفظة تستعمل عادة لتعني فضاء يحتوي على هواء أو غاز آخر أو جسيمات تحت ضغط منخفض جداً .

الفرجة GAP

في الجيولوجيا : ثلمة عميقة أو أخدود في حيد أو سلسلة جبال .

الفرخ PERCH

جنس أسماك من فصيلة الفرخيّات ورتبة العظميّات الشائكة الزعانف . أنواعه عديدة جميعها من أسماك المياه العذبة تعيش في الأنهار والبحيرات والأحواض . طولها يراوح بين ٢٠ و٤٠ سم .

الفرع DISTRIBUTARY

في الجغرافيا : مجرى مائيّ يتفرّع من نهر ولا يعود إليه . والفروع توجد عادة في الدلتاوات والمراوح التي يرسّبها النهر .

الفريون FREON

في الكيمياء : غاز يُستعمل في صناعات التبريد .

الفضاء الخارجيّ OUTER SPACE

الفضاء الواقع خارج جوّ الأرض مباشرة .

الفضّة SILVER

في الكيمياء : عنصر فلّزيّ أجود توصيلاً للحرارة والكهرباء من أيّ عنصر آخر ويوجد عادة في الطبيعة متّحداً مع الكبريت . رمزه

« ف » وعدده الذرّيّ ٤٧ ووزنه الذرّيّ ١٠٧,٨٧٠ .

الفَلَج BAYOU

في الجغرافيا : نهير ثانويّ أو مجرى ماء صغير بطيء الحركة .

فلز METAL

في الكيمياء : عنصر يكون له سطح لامع أوّل ما يُصقل ويوصل الحرارة والكهرباء ، وتفقد ذرّاته إلكترونات في معظم التفاعلات الكيميائيّة ويتفاعل مع أحماض معيّنة ليكوّن أملاحاً .

الفلط VOLT

في الفيزياء : وحدة قوّة كهربائيّة تساوي مقدار القوّة الدافعة الكهربائيّة التي تسبّب مرور تيّار مستمر ثابت قدره أمبير واحد في مقاومة قدرها أوم واحد .

فلك البروج ECLIPTIC

دائرة كبيرة في الكرة السّماويّة ترسمها الشمس في حركتها الخاصّة الظاهرة في مدّة سنة أو ترسمها الأرض في حركتها الحقيقيّة حول الشمس .

فوتومتر طيفيّ SPECTROPHOTOMETER

في الفيزياء : مقياس الشدّة النسبيّة لأجزاء الطيف .

الفوتون PHOTON

في الفيزياء : جسيم من الطاقة الضوئيّة في النظريّة الكمّيّة .

الفوسفور PHOSPHORUS

في الكيمياء : عنصر جامد لا فلزّيّ يبلغ من شدّة النشاط الكيميائيّ حدّاً يحول دون وجوده إلاّ متّحداً بعناصر أخرى في الطبيعة . رمزه « فو » وعدده الذرّيّ ١٥ ووزنه الذرّيّ ٣٠,٩٧٣٨ .

الفون FOEHN

رياح دافئة جافّة تهب على المنحدرات الشماليّة للجبال كجبال الألب .

الفوهة CRATER

انخفاض يكون عادة في القسم الأعلى من بركان لكنه قد يكون على جنب المخروط أو في أسفله ومنه تخرج الحمم .

الفيتامين VITAMIN

مادّة عضويّة أساسيّة تحملها الأغذية بمقادير صغيرة لتأمين صحّة طبيعيّة لمعظم الحيوانات وبعض النباتات .

الفيزياء الأرضيّة GEOPHYSICS

فرع من الجيولوجيا يختص بحركة الأرض وتركيبها وجوّها وغير ذلك من الخواصّ الفيزيائيّة للأرض .

الفيزياء الفلكيّة ASTROPHYSICS

فرع من علم الفلك يدرس الخصائص والظاهرات الفيزيائيّة للأجرام السماويّة وهو يعتمد في الدرجة الأولى على المطياف الذي يحلّل ضوء النجوم فيبينّ الموادّ التي تتألف منها والشروط الفيزيائيّة السائدة على سطحها وفي جوّها .

الفيليبسيت PHILIPSITE

معدن زجاجي من سليكات البوتاسيوم والكلسيوم والألومينيوم المميّاة .

ق

القارّة CONTINENT

مساحة واسعة من الأرض اليابسة تحيط بها البحار . والقارّات هي : أوروبا وآسيا وإفريقيا وأمريكا وأوقيانيا وتشغل أقلّ من ثلث سطح الكرة الأرضية ويقع القسم الأكبر منها في نصف الكرة الأرضيّة الشماليّ .

القبّة DOME

في الجيولوجيا : ارتفاع مستدير من الطبقات الصخريّة يشبه القصعة المقلوبة وهو مكان تميل فيه طبقات الصخور في كل اتّجاه بعيداً عن نقطة مركزيّة .

القِدْر KETTLE

في الجيولوجيا : منخفض كالحوض يتكوّن عند ذوبان كتلة منعزلة من ثلج المثلجة كانت مغطّاة جزئيّاً أو كليّاً برواسب الطرح .

القَدر MAGNITUDE

في علم الفلك : لمعان نجم . والقدر الأوّل هو لمعان لهب شمعة على بعد ٤٠٠ متر تقريباً . ويتناقص ترتيب القدر من الأوّل حتى العشرين . فالقدر الأوّل يساوي مائة مرّة القدر السادس . والنجوم ذات القدر بين الأوّل والسادس تُرى بالعين المجرّدة . المقادير السالبة تُستعمل للأجرام التي يزيد لمعانها عن القدر الأوّل .

القَدر الظاهر APPARENT MAGNITUDE

في علم الفلك : القدر الظاهر أو المرئيّ لجرم من الأجرام السماويّة هو قيمة يتميز بها ضياء هذا الجرم كما تراه العين . وكلّما كان الجرم أكثر ضياء يصغر العدد الذي يشير اليه . فكوكب من القدر الأوّل اكثر ضياء من كوكب من القدر الثاني مثلاً .

قذيفة موجّهة GUIDED MISSILE

مركبة ليس فيها إنسان تتحرّك بعيداً عن سطح الأرض ويمكن تغيير مسارها في الجوّ بعد إقلاعها أو تغييره ذاتيّا خلال طيرانها كلّه وهي تختلف عن القذيفة الباليستيّة .

القَرِد STRATOCUMULUS

سحاب مؤلّف من كرات ضخمة داكنة فوق قاعدة أفقيّة مسطّحة وكثيراً ما يحجب السماء كلها لا سيما في الشتاء .

القرش SHARK

الكوسج وهو جنس أسماك بحريّة من فصيلة القرشيّات أنواعه المعروفة ٣٥ نوعاً جميعها كبيرة القدّ مستطيلة الشكل مفترسة لا تمرّ بشيء الا شطرته باسنانها الى شطرين .

القرص DISC

يقال عن سطح الشمس والقمر والسيّارت وتوابعها لقربها إلينا . أمّا النجوم الثوابت فلا تشاهد إلاّ كنقطة نور لبعدها الشاسع عنّا .

القرن HORN

في الجيولوجيا : قمّة جبل عال ذات جوانب شديدة الانحدار .

القُرُنْد CORUNDUM

الياقوت وهو معدن شفّاف أو نصف شفّاف وهو يلي الماس في صلابته الطبيعيّة ويوجد في الطبيعة على ثلاثة أشكال : حجر كريم أو كتل كبيرة بلّوريّة أو مشوب . والشكل الأخير يعرف بالسنباذج .

القزع CUMULUS

سحاب مؤلّف من أكداس مدوّرة ذات قاعدة مسطّحة .

القزَع الرّهجيّ CUMULOSTRATUS

سحابة قزعيّة تنبسط قاعدتها أفقيّاً مثل سحابة رهجيّة .

القزع الطخروريّ CUMULOCIRRUS

سحابة قزعيّة صغيرة على ارتفاع عال بيضاء رقيقة الطخرور .

القشرة الأرضيّة CRUST

في الجيولوجيا : الجزء السطحيّ من الكرة الأرضيّة وتتراوح سماكته بين ٣٠ و٤٥ كلم وهو مكوّن من الغرانيت والبازلت .

القصور الذاتيّ INERTIA

في الفيزياء صفة في المادة تجعل أن الأجسام لا تستطيع من ذاتها أن تغيّر حالة السكون أو حالة الحركة التي تكون فيها .

القَضّة CONGLOMERATE

في الجيولوجيا : صخرة رسوبيّة مكوّنة من حصى أو حجارة صغيرة مستديرة ملتصقة بعضها مع بعضها الآخر في كتلة .

القطب POLE

في الجغرافيا : كلّ من طرفي محور الأرض وهما قطبان القطب الشماليّ والقطب الجنوبيّ .

ـ في علم الفلك كلّ من طرفي المحور الخياليّ الذي تدور حوله الكرة السماويّة خلال ٢٤ ساعة .

القطبان المغنطيسيان MAGNETIC POLES

في الجغرافيا : نقطتان على سطح الأرض تكون فيهما إبرة بوصلة الميل الرأسّي في وضع رأسّي .

القطب الجنوبيّ SOUTH POLE

في الجغرافيا : أقصى نقطة جنوباً على سطح الأرض ، وهي إحدى نقطتين تحدّان الخطّ الوهميّ الذي يمثّل محور دوران الأرض حول نفسها . ويسمّى ايضاً القطب الجنوبيّ الجغرافيّ لتمييزه عن القطب الجنوبيّ المغنطيسي .

القطب الشماليّ NORTHPOLE

في الجغرافيا : النقطة الواقعة في أقصى الشمال من سطح الأرض وهي إحدى النقطتين اللتين يمرّ بهما الخطّ الوهميّ الذي هو محور دوران الأرض حول نفسها . وهو غير القطب الشماليّ المغنطيسي .

القطب المغنطيسّي الجنوبيّ

SOUTH MAGNETIC POLE

في الجغرافيا : المكان من سطح الأرض الذي يتّجه نحوه قطب إبرة البوصلة المتجه جنوباً ويقع هذا المكان على خطّ عرض ٧٢° جنوباً وخطّ طول ١٥٥° شرقاً .

القطب المغنطيسي الشماليّ

NORTH MAGNETIC POLE

المكان من سطح الأرض الذي يتّجه إليه القطب الباحث عن الشمال في إبرة البوصلة . وموقعه بالقرب من خطّ عرض ٧٢° شمالاً وخط طول ٩٦° غرباً .

قطبيّ شماليّ ARCTIC

في الجغرافيا : نسبة إلى القطب الشماليّ أو المنطقة القطبيّة الشماليّة .

القطران PITCH

نوع من أنواع الأسفلت وهو أحد مشتقّات النفط .

قطران الفحم الحجريّ COAL TAR

في الكيمياء : مادّة صمغيّة سوداء هي ناتج جانبيّ في تقطير الفحم القاريّ .

القطع الناقص ELLIPSE

في الهندسة : منحنٍ يُرسم حول نقطتين تسمّيان بؤرتين بحيث يكون مجموع المسافتين بين أيّة نقطة على المنحني والبؤرتين ثابتاً . مسارات السيارات في المجموعة الشمسيّة كلّها قطاعات ناقصة .

القلنسوة الجليديّة ICE SHEET

في الجيولوجيا : مثلجة أو غطاء غليظ نسبيّاً من الجليد على الأرض اليابسة تكون فوق مساحة محدودة .

قليل التغذية OLIGOTROPHIC

نعت يطلق على البحيرات الفتيّة الصافية المياه التي تعيش فيها كميّات قليلة من الاشنات والبلانكتونات .

القمر الاصطناعيّ ARTIFICIAL SATELLITE

جسم من صنع الإنسان يمكن إطلاقه في الفضاء وفق سرعة وزاوية تكفيان لوضعه في مدار حول الأرض أو حول جرم سماويّ آخر .

القنطرة المائيّة AQUEDUCT

قناة لجرّ المياه عبر الوادي ترتكز على قناطر من حجر أو أقواس من الباطون تمكّنها من احتمال ثقل الماء وضغطه .

القُنفذ URCHIN

جنس حيوانات لبونة نافعة من آكلات الحشرات أجسامها ملحوفة بغطاء من الشوك يكتنفها بكاملها دون الرأس والعُنق والبطن . قوتها الحشرات والفِئران والجرذ والعَظَاء والحيّات .

القواضم RODENTIA

رتبة من الحيوانات من اللبونات تتميّز باجسامها الصغيرة القدّ وثناياها الحادّة الأطراف التي تمكّنها من القضم .

قوس قُزَح RAINBOW

منحنٍ أو قوس يتكوّن عند انعكاس الضوء وانكساره بسبب قطيرات الماء العالقة في الجوّ أو قطرات المطر . ويتكوّن قوس قزح من ألوان الطيف حيث يكون الضوء البنفسجي من الجهة الداخليّة للقوس والضوء الأحمر من الجهة الخارجيّة .

قوّة جاذبة مركزيّة

CENTRIPETAL FORCE

في الفيزياء : القوّة التي تؤثّر إلى الداخل في جسم يتحرّك في منحنٍ أو دائرة وهي عكس القوّة الطاردة المركزيّة .

قوة طاردة مركزيّة

CENTRIFUGAL FORCE

في الفيزياء : القوّة التي تدفع إلى الخارج بعيداً عن مركز الدوران جسماً يتحرّك على مسير منحنٍ .

قوّة فان دير فال VAN DER WAAL'S FORCE

في الفيزياء : قوّة جذب توجد بين جميع ذرّات الموادّ جميعاً أو جزيئاتها .

قوّة القصور الذاتيّ INERTIAL FORCE

في الفيزياء : قوّة تنجم عن ردّ فعل الجسم لقوّة تسارع واقعة عليه تساويها في المقدار وتضادّها في الاتّجاه .

القيراط CARAT

وحدة وزن تساوي ٢٠٠ ملغ اتّخذت معياراً لوزن الأحجار الكريمة والفلزّات النفيسة .

الكارست KARST

في الجيولوجيا : منطقة أحجار جيريّة ذات مجاري مياه جوفيّة .

الكافور CAMPHOR

في الكيمياء : مركّب هيدروكربونيّ مشبع يشبه الصّمغ يحصل عليه من خشب شجر الكافور وقلفه .

كائن حيّ مجهريّ

MICRO-ORGANISM

في علم الأحياء : كلّ كائن حيّ يبلغ من صغر الحجم حدّاً لا يُرى معه إلاّ بالمجهر كالبكتريات .

الكبريت SULFUR

في الكيمياء : عنصر أصفر لا فلزيّ لا رائحة له يوجد في الطبيعة إمّاً طليقاً أو في مركّبات فلزيّة . وهو ذو فعّاليّة كيميائيّة ولهب أزرق عند الاشتعال . رمزه « كب » وعدده الذرّيّ ١٦ ووزنه الذرّيّ ٣٢,٠٦٤ .

الكبسولة CAPSULE

غرفة محكمة ضغطها ثابت وظروفها الداخليّة ملائمة لحياة إنسان أو حيوان يطير على ارتفاعات عالية جداً أو يدور في الفضاء الخارجيّ .

الكتلة البرجيّة SERAC

كتلة غير منتظمة من الجليد في الأماكن التي يزداد فيها انحدار المجرى الجليديّ وحيث يستمرّ تماسك المثلجة .

الكتلة الفوّهيّة LACCOLITH

في الجيولوجيا : كتلة تشبه القبّة من صخر ناريّ يكون عادة من الغرانيت وتقع بين طبقات الصخور الرسوبيّة وهي تنشأ من صخر منصهر اندفع إلى أعلى بين الطبقات الرسوبيّة .

الكتلة الهوائيّة AIR MASS

قدر كبير من الهواء درجة حرارته واحدة على وجه التقريب في ارتفاع ما والأنواع الرئيسيّة الأربعة هي كتل المناطق المتجمّدة والقطبيّة والمداريّة والاستوائيّة .

الكتلة الهوائيّة الباردة

COLD AIR MASS

كتلة كبيرة من الهواء أبرد من السطح الذي تتحرّك فوقه . مهبّها من القطب أو من المنطقة القطبيّة الشماليّة وتتحرّك في نصف الكرة الشماليّ نحو الشرق والجنوب الشرقيّ .

الكتلة الهوائيّة الدافئة

WARM AIR MASS

في علم الأرصاد الجوّيّة : كتلة هوائيّة كبيرة أدفأ من السطح الذي تمرّ فوقه أو من الكتل الهوائيّة القريبة منه .

الكتلة الهوائيّة القاريّة

CONTINENTAL AIR MASS

في علم الأرصاد الجوّيّة : كتلة كبيرة من الهواء الجافّ نسبيّاً تنشأ فوق منطقة أرضيّة .

الكتلة الهوائيّة القطبيّة

POLAR AIR MASS

في علم الأرصاد الجوّيّة : كتلة من الهواء تتكوّن في المناطق القطبيّة أو تكتسب مميّزاتها فيها وتتحرّك نحو خطوط العرض الدنيا .

كتلة الهواء المداريّة

TROPICAL AIR MASS

في علم الأرصاد الجوّيّة : كتلة كبيرة من الهواء تنشأ في المناطق المداريّة أو تكتسب خصائصها في هذه المناطق .

الكثبان الرمليّة SANDBANK

ركام من الرمل ضخم في رابية أو جانب تلّ أو في مياه ضحلة .

الكثيب DUNE

في الجغرافيا : مرتفع أو تلّ أو حَيد من الرمل كوّنته الريح ويوجد عادة في الصحارى أو على شواطىء البحار والبحيرات .

الكثيب الجليديّ DRUMLIN

في الجيولوجيا : تلّ أو حَيد طويل بيضيّ الشكل يتكوّن من طرح المثالج ويتّخذ شكله من غطاء جليديّ سابق .

الكدميوم CADMIUM

في الكيمياء : عنصر فلزّيّ رماديّ أو أبيض اللّون ضارب إلى الزرقة . رمزه « كد » وعدده الذرّي ٤٨ ووزنه الذرّيّ ١١٢,٤٠ .

كرّاءة DREDGE

جرّافة أو طوف يستعمل لرفع الطمي من أعماق الانهار أو البحار .

الكربون CARBON

في الكيمياء : عنصر لا فلزّيّ يوجد في الطبيعة على صورة ماس أو غرافيت مثلاً . وهو أحد مكوّنات جميع المركّبات العضويّة رمزه « ك » وعدده الذرّيّ ٦ ووزنه الذرّيّ ١٢,٠١ .

الكربوهيدرات CARBOHYDRATE

في الكيمياء العضويّة : مادّة مؤلّفة من كربون وهيدروجين وأكسجين كالسكّر والنشا .

الكُرَة GLOBE

جسم مستدير الشكل تتساوى جميع خطوطه المستقيمة الممتدة من المركز إلى السطح .

كرة الأعماق BATHYSPHERE

غرفة كرويّة غاطسة لدراسة الكائنات الحيّة في أعماق البحر .

كرة الجاذبيّة GRAVISPHERE

في علم الفلك : امتداد كرويّ تكون فيه قوّة جاذبيّة جرم سماويّ هي السائدة أو المتغلّبة بالنسبة إلى قوّة جاذبيّة الأجرام الأخرى .

الكرة السماويّة CELESTIAL GLOBE

في علم الفلك : كرة تمثل الأجرام السماويّة .

الكَرْسْت KARST

في الجيولوجيا : منطقة أحجار جيريّة ذات مجار جوفيّة .

الكروموسفير CHROMOSPHERE

في علم الفلك : جوّ الشمس الملوّن بين الإكليل والطبقة العاكسة ، له لون قرمزيّ مميّز تنطلق منه عادة شواظات هائلة .

الكروميت CHROMITE

في الكيمياء : معدن أسود أو بنّي ذو بريق شبه فلزّيّ يوجد عادة في الصخور الناريّة ككتلة ذات حبيبات وهو أهم خامات الكروم .

الكسوف ECLIPSE

في علم الفلك : ظاهرة طبيعيّة تتميّز باحتجاب ضوء الشمس إمّا كلياً وإمّا جزئياً ويحدث ذلك إذا توسّط القمر بين الأرض والشمس وحجب جزءاً من قرصها أو كلّه .

كسوف الشمس SOLAR ECLIPSE

في علم الفلك : اختفاء الشمس بسبب وجود القمر بين الشمس والأرض .

كلب البحر SHARK

الكوبج وهو جنس اسماك بحريّة من فصيلة القرشيّات أنواعه المعروفة ٣٥ نوعاً جميعها كبيرة القدّ مستطيلة الشكل مفترسة لا تمرّ بشيء إلاّ فصمته بأسنانها إلى شطرين .

الكلديرة CALDERA

في الجيولوجيا : فوّهة بركانيّة ضخمة ذات قطر يساوي على الاقلّ ثلاثة أضعاف العمق وجوانب شديدة الانحدار .

الكلور CHLORINE

في الكيمياء : عنصر غازيّ لونه أصفر مخضرّ فاتح ورائحته خانقة يوجد في الطبيعة متّحداً بالعناصر الفلّزيّة . رمزه « كل » وعدده الذرّيّ ١٧ ووزنه الذرّيّ ٣٥,٤٥٣ .

الكلينومتر CLINOMETER

مقياس الميل أو المحدار وهو أداة لقياس انحدار سطح الأرض .

الكم QUANTUM

كميّة محدّدة من الطاقة مصحوبة بموجات كهرطيسيّة مثل الضوء وأشعّة غما والأشعّة السينيّة وتعتمد فقط على تردّد الإشعاع . فإذا كانت « ت » هي تردّد الإشعاع فإنّ كم الطاقة يكون (هـ ت) حيث (هـ) هي ثابتة بلانك .

الكهرمان AMBER

في الجيولوجيا : صُمغ أو راتنج أحفوريّ صلد مصفرّ اللون .

الكوارتز QUARTZ

في الجيولوجيا : المرو وهو معدن شائع يتكوّن من السيليكون والاكسجين ويكون صافياً أو لبنياً أو ملوّناً ومنه أصناف متبلّرة وأخرى تبدو غير متبلّرة .

الكوبالت COBALT

في الكيمياء : عنصر فلّزيّ صلد ذو لون ورديّ باهت يوجد عادة متّحداً بالنحاس والكبريت والزرنيخ . رمزه « كو » وعدده الذرّي ٢٧ ووزنه الذرّيّ ٥٨,٩٣٣ .

الكوريوم CURIUM

في الكيمياء : عنصر مشعّ من صنع الإنسان لا يوجد في الأرض رمزه « كم » وعدده الذرّيّ ٩٦ ووزنه الذرّيّ يتراوح بين ٢٣٨ و٢٤٩ حسب ما فيه من نظائر .

الكوزموغرافيا COSMOGRAPHY

علم يبحث في مظهر الكون وتركيبه العامّ وهو يشمل علوم الفلك والجغرافيا والجيولوجيا .

الكوزمولوجيا COSMOLOGY

علم يبحث في أصل الكون وبنيته العامّة وعناصره والقوانين التي تسيّره .

الكوسج SHARK

جنس أسماك بحريّة من فصيلة القرشيّات أنواعه المعروفة ٣٥ نوعاً جميعها كبيرة القدّ مستطيلة الشكل مفترسة لا تمرّ بشيء إلاّ فصمته بأسنانها إلى شطرين .

الكولوم COULOMB

في الفيزياء : كميّة عياريّة من الشحنة الكهربائيّة تساوي عدد الإلكترونات المارّة في نقطة معيّنة في موصل في زمن قدره ثانية عندما يكون التيّار المارّ يساوي أمبيراً واحداً .

كيلو حريرة KILOCALORIE

في الفيزياء : كميّة الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلوغرام من الماء درجة مئويّة واحدة ويساوي ألف حريرة أو ٤٤١٨ جولاً .

الكيلو واط KILOWATT

في الفيزياء : وحدة قدرة تساوي ١٠٠٠ واط أو تساوي استهلاك طاقة بمعدّل ١٠٠٠ جول في الثانية وتستعمل عادة للتعبير عن القدرة الكهربائيّة .

الكيمياء CHEMISTRY

العلم الذي يختص بالمادّة من حيث تركيبها وبنياتها والتغير في التركيب وما يصحبه من تغيرٌ في الطاقة .

الكيمياء الأرضيّة GEOCHEMISTRY

علم يبحث في التكوين الكيميائيّ لقشرة الأرض وفي التغيرّات الكيميائيّة الطارئة عليها .

ل

اللاّبة LAVA

في الجيولوجيا : الصخور المنصهرة التي تخرج من باطن الأرض خلال شقوق سطحها . وكذلك الصخر الذي يتكوّن عندما تتجمّد هذه المادة المنصهرة .

لابة وساديّة PILLOW LAVA

في الجيولوجيا : فيض من اللابة انتشر في البحار والبحيرات فتجمّد فيها على هيئة كتل كالوسائد .

اللاحشويّات COELENTERATA

المجوّفات وهي شعبة من الحيوانات الدنيا تتميّز بخلوّها من الأحشاء ولها تجويف بطنيّ يقوم مقام القناة الهضميّة كسمك المرجان والسمك الهلاليّ وغيرها .

اللازوريت LAZURITE

في المعدنيّات : خام لازورديّ مركّب من سيليكات الصوديوم والألومنيوم .

اللاّزوليت LAZULITE

في المعدنيّات : خام أزرق مركّب من فوسفات الألومينيوم والمغنيزيوم والحديد وبعض الكلسيوم .

لا عضويّ INORGANIC

في الكيمياء : صفة لأيّة مادّة لم تتكوّن أصلاً من شيء حيّ . وكثيراً ما تشير إلى كلّ مادّة لا تشتمل على مركّبات الكربون .

اللاغون LAGOON

في الجغرافيا : كتلة من الماء الملح بين الأرض الرئيسيّة وجزيرة حاجزة منخفضة أو في وسط جزيرة مرجانيّة .

اللاكوليث LACCOLITH

في الجيولوجيا : كتلة من الصخور الاندساسيّة المتوافقة تشبه الخزّان المقبّب .

لا هوائيّ ANAEROBIC

في علم الأحياء : صفة لكائن يعيش حيث لا يوجد أكسجين .

اللّب CORE

في الجيولوجيا : وسط الأرض الذي يُعتقد أنّه مكوّن من كرة جامدة تحيط بها كرة سائلة . واللبّ أيضاً العيّنة الاسطوانيّة التي يحصل عليها بمحفار مجوّف خاصّ لدراسة الصخور تحت السطحيّة .

لُبّ الأرض CENTOSPHERE

في الجيولوجيا : قلب الأرض الكثيف الذي يتكوّن منه جلّ كتلتها .

اللدانة MALLEABILITY

القابليّة إلى الالتواء . وهي أيضاً القابليّة إلى التصفيح في بعض المعادن .

اللزوجة VISCOSITY

في الفيزياء : مقاومة الانسياب وهي قوّة تحول دون انسياب السوائل بسهولة .

اللصف FLUORESCENCE

خاصّة تمكّن بعض الأجسام من تحويل الأشعّة

الضوئيّة التي تتلقّاها إلى أشعة ضوئيّة أطول منها .

اللوس LOESS

في الجيولوجيا : راسب من مادّة ناعمة غير متماسكة أغلبها من الغرين المشوب ببعض الطين وحبيبات الرمل لونها في العادة بنيّ تخالطه صفرة .

اللؤلؤة PEARL

في علم الحيوان : بنيان صلد أملس برّاق من كربونات الكلسيوم في الرخويّات ذوات المصراعين كالمحار . وهذا البنيان يفرزه البرنُس في حلقات متّحدة المركز حول طفيليّات أو أجسام أخرى غريبة .

اللومن LUMEN

وحدة تدفُّق الضوء أي الكمّية التي يبثّها مصدر قوّته شمعة واحدة في الثانية على وحدة المساحة على بعد وحدة المسافات من الضوء .

الليزر LAZER

الميزر البصريّ وهو مضخّم للموجات الدقيقة بالابتعاث الإشعاعيّ المستثار بالطاقة الضوئيّة .

الليغنيت LIGNITE

في الجيولوجيا : فحم دنيء الرتبة طريّ له مظهر خشبيّ .

م

المادّة اللدائنيّة PLASTIC

في الفيزياء : كلّ مادة يمكن تشكيلها أو صوغها بالضغط في قالب .

مارينر MARINER

برنامج هيئة ناسا الأمريكيّة لإرسال مسابير محّملة بالأجهزة نحو المرّيخ والزهرة .

مارينر ٢ MARINER 2

أوّل مسبار فضائي امريكيّ بلغ هدفه محلّقاً فوق الزهرة عام ١٩٦٤ وأرسل عنها معلومات موثوقة .

مارينر ٩ MARINER 9

سفينة فضائيّة أطلقها الأمريكيّون عام ١٩٧١ إلى المرّيخ فدارت حوله وكانت أوّل تابع اصطناعيّ له .

الماس DIAMOND

في الجيولوجيا : معدن من الكربون النقيّ وهو أصلد المواد الطبيعيّة المعروفة على الإطلاق ويوجد على هيئة بلّورات منفردة أو كتل متبلّرة .

ما فوق المركز EPICENTER

في الجيولوجيا : المنطقة الواقعة فوق بؤرة الزلزال مباشرة حيث تكون الحركة بالغة العنف .

ما قبل الكمبريّ PRECAMBRIAN

في الجيولوجيا : الحقبة الأولى من تاريخ الأرض تُقدّر مدتها باربع مليارات سنة ولم يُعثر فيها إلاّ على آثار ضئيلة من حياة بدائيّة .

الماموث MAMMOTH

في علم الحيوان : فيل ضخم الجثّة منقرض .

مبادرة الاعتدالين

PRECESSION OF EQUINOXES

تقدّم سنويّ لوقت الاعتدال ناجم عن تقهقر النقطة الاعتداليّة ويأتي نتيجة مباشرة لحركة محور دوران الأرض في الفضاء .

المبدأ PRINCIPLE

في الفيزياء : قانون ذو صفة عامة يسيّر مجموعة من الظاهرات كمبدأ التكافؤ .

مبدأ دوبلر DOPLER PRINCIPLE

في الفيزياء : مبدأ يقول إنّه إذا اقترب جسم تصدر عنه ذبذبات أو موجات من المشاهد يبدو تردّد الذبذبات أو الموجات وكانّه يزداد والعكس بالعكس .

المبدِّل COMMUTATOR

في الكهرباء : جهاز في مولِّد التيّار المستمّر يجعل التيّار المعكوس في الدرع تيّاراً غير معكوس ينقله إلى الموصل .

متزامن SYNCHRONOUS

صفة تطلق على الحركات التي تحدث في آن واحد .

المثالج القارّيّة

CONTINENTAL GLACIERS

في الجيولوجيا : كتل سميكة من الجليد تغطّي

مساحات واسعة من الأرض .

المثلجة GLACIER

في الجيولوجيا : كتلة هائلة من الجليد المتحرك توجد على صورتين : في المثالج الجبليّة حيث تتحرك في اتّجاه واحد وفي المثالج القاريّة أو الغلاف الجليديّ حيث تنتشر الكتلة من مركزها في أكثر من اتّجاه واحد .

مجال القوّة المركزيّة

CENTRAL FORCE FIELD

في الفيزياء : مجال جاذبيّة أو مجال كهرطيسّي يجتذب الأشياء والجسيمات ويحدّ من حركتها .

المجال المغنطيسي MAGNETIC FIELD

في الفيزياء : الحيّز المحيط بمغنطيس أو بموصّل يحمل تيّاراً كهربائياً .

المجذافيّ الأرجل COPEPOD

حيوان من مجذافيّات الأرجل وهي رتبة من صغار القشريّات البحريّة والنهريّة .

المجرّة GALAXY

نظام نجميّ يتألف من قرص له انتفاخ مركزيّ يحتوي على مئات المليارات من النجوم منها الشمس ويبدو بالنسبة إلى مراقب أرضي بشكل شريط مضيء غير منتظم . ويطلق الاسم على أيّ نظام نجميّ شبيه بمجرّتنا يُعرف منه عدد كبير منتشر حتى حدود الكون المرئيّ .

المجروف الجليديّ GLACIAL DRIFT

في علم طبقات الأرض : صخور وأتربة تتخلّف عن تحرُّك مثلجة وذوبانها .

المجسّم ذو القطع الناقص ELLIPSOID

في الهندسة الفراغيّة : مجسّم هندسّي منتظم يتم الحصول عليه بإدارة قطع ناقص حول أحد محوريه .

مجنّحات الأرجل PTEROPODIDAE

رتبة من الرخويّات المعديّة تتميّز بأرجلها المجنّحة .

المجهر الومضيّ BLINK MICROSCOPE

في الفيزياء : جهاز مكبّر للمقارنة بين لوحتين فوتوغرافيتّين تمثّلان منطقة ما من السماء وذلك بعرضهما في سرعة بالتناوب .

المحاق NEW-MOON

في علم الفلك : شكل القمر الهلاليّ عند أوّل ظهوره .

المحدار TILTMETER

الكلينومتر وهو أداة لقياس انحدار سطح الأرض .

المحرّك MOTOR

كلّ كائن حيّ أو جهاز آليّ يقوم بعمل ميكانيكيّ . لذلك تُقسم المحرّكات إلى حيّة كالإنسان والفرس والثور وجامدة تسيّرها إحدى القوى الطبيعيّة كالمياه والرياح والكهرباء والحرارة .

محرّك ديزل DIESEL ENGINE

في الميكانيكا : آلة احتراق داخليّ تستمدّ قدرتها من انفجار خليط من بخار زيت الوقود والهواء وينشأ الاحتراق فيها عن الحرارة الناتجة في الهواء الذي يُضغط بكبّاس في داخل أسطوانة .

محطّة فضائيّة SPACE STATION

بناء يتمركز عادة مع الأرض يدور حولها ويمكن العيش فيه يستخدم كمحطة لإطلاق مركبات الفضاء الأخرى أو لابحاث فضائيّة .

المحَمّ FUMAROLE

في الجيولوجيا : ثقب أو فتحة في المناطق البركانيّة من الأرض تخرج منها الأدخنة

والأبخرة والغازات الساخنة .

المحور AXIS

القطر الرئيسيّ لجسم ما . فمحور الدائرة هو المستقيم المعامد لمستوى الدائرة والمارّ في مركزها .

المحوّل CONVERTER

في الكهرباء : جهاز آليّ لتحويل تيّار متردّد إلى تيّار مستمرّ .

المحيط OCEAN

في الجغرافيا : كتلة الماء الملح العظيمة التي تغطّي بغير انقطاع ثلاثة أرباع سطح الأرض وكذلك كل واحدة من المناطق الخمس التي تنقسم إليها هذه الكتلة وهي المحيطات : الأطلسي والهادىء والهنديّ والقطبيّ الشماليّ والقطبيّ الجنوبيّ .

المحيط الحيويّ BIOSPHERE

قسم من الكرة الأرضيّة يتيسرّ فيه الوجود للحياة .

المختلف المركز EXCENTRIC

في الميكانيكا : قرص يتغيرّ مركزه وهو مثبت على محور دوّار ويستعمل للتحكّم ببعض الحركات .

المخروط CONE

في الجيولوجيا : قمة تكوّنت من موادّ لفظها بركان . والمخروط أيضاً كومة من الرمل والحصى والجلاميد ذات جوانب شديدة الانحدار ترسَّبت أمام مثلجة عند ذوبانها .

المخروط البركانيّ VOLCANIC CONE

في الجيولوجيا : مرتفع يشبه المخروط بنته الطفوح البركانيّة ويتكوّن من رواسب من الرماد أو اللابة أو من كليهما .

مخروط الرماد البركانيّ CINDER CONE

في الجيولوجيا : تجمُّع من الرماد البركانيّ على شكل قمع حول فتحة البركان .

المخروط المركّب COMPOSITE CONE

في الجيولوجيا : قمع بركانيّ مكوّن من طبقات متناوبة من فيض الصهارة والرماد البركانيّ .

المدّ الأقصى والجزر الأقصى

SPRING TIDE

المدّ حين يبلغ أقصى ارتفاعه والجزر حين يبلغ أقصى انخفاضه عن المستوى المتوسِّط لسطح البحر . وهما يحدثان مرّتين في كل شهر عند مولد القمر هلالاً وعند اكتماله بدراً .

المدّ الأقصى HIGH TIDE

المدّ الأقصى : أقصى ارتفاع في الحركة الصاعدة للمدّ .

المدّ والجزر TIDE

ارتفاع سطح البحر وانخفاضه ويكون أوضح ما يكون على طول الشواطىء في الخلجان . ويحدث المدّ والجزر مرّتين في كلّ أربع وعشرين ساعة واثنتين وخمسين دقيقة بسبب جاذبيّة الشمس والقمر .

مدّ وجزر محاقيّان NEAP TIDE

المدّ والجزر اللذان يحدثان خلال الربعين الأوّل والثالث من دورة القمر ويكون المدّ أقلّ ارتفاعاً والجزر أقلّ انخفاضاً من المعتاد لأنّ قوتّي التجاذب لكلّ من الشمس والقمر تكونان متعامدتين .

المدار ORBIT

في الفيزياء : مسار جسم يتحرّك دوريّاً كمدار الالكترونات حول النواة في ذرّة .

- في علم الفلك : منحنٍ مغلق يرسمه سيّار حول الشمس أو تابع حول سيّار .

مدار الجدي TROPIC OF CAPRICORN

في الجغرافيا : خطّ وهميّ على الأرض يوازي

خطّ الاستواء عند عرض ٢٣,٥° جنوباً وتبدو الشمس عنده عموديّة على رأس الراصد عند الانقلاب الشتوي في ٢٢ ديسمبر .

مدار السرطان TROPIC OF CANCER

في الجغرافيا : خطّ وهميّ على الأرض يوازي خطّ الاستواء عند عرض ٢٣,٥° شمالاً وتبدو الشمس عنده عموديّة على رأس الراصد عند الانقلاب الصيفيّ في ٢٢ يونيو .

مدرج بوفور للرياح

BEAUFORT WIND SCALE

مدرج لقياس سرعة الريح ابتداء من درجة الصفر إلى درجة ١٧ مبيناً السرعات من صفر إلى ١٢٠ كلم أو أكثر في الساعة .

المدخة POLYP

جنس حيوانات بحريّة من المجوّفات أنواعه عديدة .

المذنّب COMET

في علم الفلك : كوكب سديميّ الشكل يتألف من نواة مضيئة هي الرأس تحيط بها غمامة غازيّة وذنب متّجه دائما بالاتجاه المقابل للشمس .

المرتفع HEADLAND

في الجغرافيا : منطقة عالية أو بروز من الأرض في بحيرة أو بحر .

المرج MEADOW

أرض فسيحة معشوشبة ينبت فيها العشب طوعيّاً أو يبذر نباتاته عديدة مختلفة أكثرها شيوعاً القطانيّات والنجيليّات .

المرجان CORAL

في الجيولوجيا : مادّة تشبه الصخر تتكوّن من الهياكل الجيريّة لبعض الحيوانات البحريّة وتكوّن في المناطق الاستوائيّة شعباً وجزائر مرجانيّة .

المرجفة SEISMOGRAPH

أداة لتحديد مواقع الزلازل وقوّتها .

مرحّل RELAY

في الكهرباء : أداة تتلقّى الرسائل البرقيّة أو البرامج الإذاعية أو التلفزيونيّة وتنقلها بقوة أعظم وبذلك تضاعف المسافة التي تنتقل عبرها .

مرسام الطيف SPECTROGRAPH

جهاز يُستخدم في بعض أنواع التحليلات الكيميائيّة لتوليد الطيف وتسجيله . يولد الطيف باستخدام موشور شفّاف يمرّ خلاله الضوء .

مرسمة الزلازل SEISMOGRAPH

في الفيزياء الأرضيّة : جهاز تسجيل الاهتزازات لاسيماً الناتجة منها عن الزلازل أو عن التفجّرات التي يحدثها الإنسان.

المرشّح FILTER

- في الفيزياء : أداة تسمح لمجال معينّ من تردّدات الطاقة كالضوء والصوت والكهرباء بالمرور خلالها وتحول دون تردّدات أخرى خارج هذا المجال .
- في الكيمياء : كل مادّة مساميّة مثل القماش أو الورق أو الفحم او الرمل تستخدم لفصل سائل عماّ به من موادّ جامدة .

المرصد OBSERVATORY

منشأة للملاحظات الفلكيّة وللأرصاد الجوّيّة .

مرض التحنّي BENDS

في الطبّ : مرض يصيب العاملين في جوّ من الهواء المضغوط عند انتقالهم فجأة إلى جوّ طبيعيّ .

المرطاب HYGROMETER

جهاز قياس الرطوبة النسبيّة في الجوّ .

المرطاب الآليّ HYGROGRAPH
مقياس لتسجيل تقلّبات الرطوبة الجوّية بطريقة آليّة .

مرقب الطيف الشمسيّ SPECTROHELIOSCOPE
في علم الفلك : السبكتروهيلوسكوب وهو أداة لتصوير التفاصيل على سطح الشمس باستخدام الضوء الآليّ من إشعاع طيفيّ واحد .

مركب الأعماق BATHYSCAPHE
مركب آليّ لكشف أعماق البحر يُسيرّ من غرفة أو مقصورة في جانبه الأسفل .

المركبة الصاروخيّة ROCKET SHIP
مركبة مسيّرة بالصواريخ قادرة على الانطلاق خارج جوّ الأرض .

مركز الثقل CENTER OF GRAVITY
في الفيزياء : نقطة داخل الجسم يكون توزيع الكتلة حولها متوازياً في جميع الاتجاهات .

المركز السطحي EPICENTER
في الجيولوجيا : سطح الأرض الواقع مباشرة فوق بؤرة الزلزال .

مركز الكتلة CENTER OF MASS
مركز الجاذبيّة وهو النقطة التي يمكن اعتبار كلّ كتلة الجسم أو الأجسام مركّزة فيها مع أخذ الحركة بعين الاعتبار . فمركز الكتلة في الأرض الذي يدور حوله القمر ليس هو نفس مركز الكتلة للجسمين معاً عند دورانهما حول الشمس .

مركزيّ أرضي GEOCENTRIC
متعلّق بمركز الأرض أو مقاس منه أو كأنه ملاحظ منه .

المركم ACCUMULATOR
في الفيزياء : آلة تختزن الطاقة الكهربائيّة تحت شكل كيميائيّ لتعيدها حسب الرغبة تحت شكل تيّار .

المرو QUARTZ
في الجيولوجيا : معدن شائع يتكوّن من السيليكون والأكسجين ويكون صافياً أو بنيّاً أو ملوّناً ومنه أصناف متبلّرة وأخرى تبدو غير متبلّرة .

المزواة THEODOLITE
أداة لقياس الزوايا يستخدمها المسّاحون وعلماء الزلازل .

المزيج MIXTURE
في الكيمياء : جسيمات مادّتين أو أكثر تختلط بعضها ببعض مع احتفاظ كلّ منها بخصائصها المميّزة .

المسار TRAJECTORY
خطّ ترسمه نقطة ماديّة متحركة من نقطة انطلاقها إلى نقطة وصولها .

المسار المداريّ ORBITAL PATH
الطريق الذي يسلكه تابع أو سفينة فضائية في دورانها حول الأرض .

المساميّة POROSITY
صفة تختصّ بها الأجسام القادرة على الامتصاص أو التي تنفذ من خلالها السوائل والغازات .

المستقطبة POLAROID
في الفيزياء : مادّة مستقطبة للضوء تُستعمل في المصابيح والنظّارات وغيرها لمنع السطوع المؤذي للعين .

المستنقع MARSH
في الجغرافيا : مساحة من الأرض الواطئة والمستوية نسبيّاً والمغطّاة كليّاً أو جزئيّاً بالماء الراكد والنبات المائيّ الكثيف .

مستوى سطح البحر SEA LEVEL
متوسِّط ارتفاع سطح المحيط لمراحل المدّ والجزر كافّة . ومستوى سطح البحر هو المرجع في تعيين ارتفاعات الأرض .

المسح الطوبوغرافيّ TOPOGRAPHIC SURVEY
مسح للتضاريس الأرضيّة والسمات السطحيّة .

المسقط القطبيّ POLAR PROJECTION
في الجغرافيا : خريطة للمناطق القطبيّة تصنع بإسقاط معالم سطح الأرض على سطح مستوٍ مماسّ للأرض عند القطب الجغرافيّ وهو أيضاً إسقاط زاويّ يمثّل منطقة قطبيّة يقع القطب في مركزها .

مسقط مخروطيّ في الخرائط CONIC MAP PROJECTION
في الجغرافيا : خريطة تُرسم بإسقاط أنموذج لجزء من سطح الأرض على مخروط مماسّ لهذا الأنموذج ثم بسط المخروط على سطح ليصبح خريطة مستوية لهذا الجزء .

المسيّف MASSIF
في الجيولوجيا : الجزء الرئيسيّ أو المركزيّ من جبل أو سلسلة جبال . أو منطقة من قشرة الأرض تحدّها صدوع .

المشط HARROW
أداة مسنّنة تجُرّ فوق الأرض المحروثة لطمر الحبوب المبذورة .

المشطيّ CTENOPHORE
حيوان من المشطيّات وهي طائفة من اللافقريّات البحريّة ذات صفائح مشطيّة الشكل .

المشطورات DIATOMS
في علم النبات : فصيلة من الأشنات السمراء وهي نباتات مجهريّة وحيدات الخليّة تعيش في الماء .

المُصالة SKIM
الماء الذي يخرج من اللبن المجبن عند اصطناع الجبن .

المصطبة TRAP
في الجيولوجيا : صخر ناريّ بركانيّ يوجد بشكل مصاطب مدرّجة .

المصطبة TERRACE
شقّة من الأرض شبه مستوية في محاذاة بحر أو بحيرة أو نهر .

مُصعَدة ANABATIC
صفة للرياح التي تنشأ عن حركة الهواء الدافىء الصاعد .

المِصفاة FILTER
أداة تُصفّى بها السوائل وقد تكون من قماش أو خزف أو رمل أو فحم أو غير ذلك .

المِضَخّة PUMP
آلة تستعمل في رفع أو دفع المياه والسوائل وقد تكون يدويّة أو محرّكة دافعة أو رافعة أو دافعة ورافعة .

المضيق STRAIT
في الجغرافيا : امتداد أو ممرّ مائيّ يصل ما بين كتلتين من الماء أكبر منه .

المطر الجبليّ OROGRAPHIC RAIN
في علم الأرصاد الجويّة : مطر سببه ارتفاع الرياح المحمّلة بالرطوبة عندما تعترضها الجبال .

المطياف SPECTROSCOPE
آلة معدّة لدراسة مختلف الأطياف الضوئيّة ولا سيما في ترتيب الحزوز التي تكوّنها .

المطيافيّة SPECTROSCOPY
في الفيزياء : دراسة الأطياف الضوئيّة .

معادن الطين CLAY MINERALS

في الجيولوجيا : مجموعة معقدة من السيليكات المائيّة ذات بنية بلّورية رقيقة وألوان متراوحة الظلال نتيجة لوجود الشوائب فيها .

معدّل التدرُّج الأدياباتيّ ADIABATIC LAPSE RATE

في الجيولوجيا : معدّل تغيّر درجة الحرارة الناجم عن تغيُّر الضغط بدون إضافة حرارة من الجوّ المحيط أو إفقاده شيئاً منها .

المعدن MINERAL

في الجيولوجيا : عنصر كيميائيّ أو مركّب يوجد في الأرض أو على سطحها تكوّن بعمليّات غير عضويّة .

المِعذقة HOE

معول يدويّ تنظّف به الأرض من الأعشاب الضارّة .

المعلم PARAMETER

في الرياضيّات : مقدار متغيّر القيمة تتعيّن باحدى قيمه نقطة أو منحنٍ أو دالّة .

المعيار CRITERIUM

علامة ظاهرة أو باطنة بها تتبيّن الأشياء والمعاني وتمكّن من الحكم عليها .

المعيّني المستقيم ORTHOROMBIC

وصف لنظام التبلُّر ذي الثلاثة محاور المعامدة غير المتساوية .

المغنطيس MAGNET

أكسيد الحديد الطبيعيّ يجتذب بعض المعادن . والمغنطيس قضيب أو إبرة من الفولاذ لها هذه الخاصيّة .

المغنيزيوم MAGNESIUM

في الكيمياء : عنصر فلزيّ فضّي المظهر منخفض الكثافة وهو يشبه الألومينيوم ويتميّز بفاعليّة كيميائيّة شديدة . رمزه « مغ » وعدده الذرّيّ ١٢ ووزنه الذرّيّ ٢٤,٣١٢ .

المغيض BOG

في الجيولوجيا : أرض رطبة إسفنجية تحتوي على حزازيّات ونباتات متحلّلة وتسمّى أيضاً مستنقعاً .

المفاعل الذرّي ATOMIC PILE

في الفيزياء : حاشدة ذرّية تستعمل لتأمين سير التفاعل النوويّ .

المفاعل النوويّ NUCLEAR REACTOR

في الفيزياء : جهاز يُستخدم مصدراً للقدرة يجري فيه انشطار نوويّ مستمرّ يمكن التحكّم فيه .

المقاومة الإطاريّة IMPEDANCE

في الكهرباء : المقاومة في دائرة كهربائيّة كاملة .

المقذافيّة BALLISTICS

علم يدرس قوانين حركة القذائف وهي قسمان : المقذافية الداخلية التي تدرس حركة القذائف ضمن ماسورة المدفع والمقذافيّة الخارجيّة التي تدرسها بعد انطلاق القذيفة .

المقذوفة PROJECTILE

جسم تنقل إليه سرعة بواسطة ما وفاقاً لاتجاه معيّن .

المقوّم العكسيّ INVERTER

في الهندسة الكهربائيّة : جهاز لتحويل التيّار الكهربائيّ المطّرِد إلى تيّار متناوب .

مقياس الارتفاع ALTIMETER

في الفيزياء : بارومتر معدني لقياس الارتفاع فوق مستوى البحر .

مقياس الاستقطاب POLARIMETER

آلة تستعمل لقياس دوران مستوى استقطاب الضوء .

مقياس التيّارات CURRENT METER

في علم البحار : آلة دقيقة تستعمل في قياس سرعة التيارات في البحار والمحيطات واتّجاهاتها وتسجيلها .

مقياس الجاذبيّة GRAVIMETER

أداة تستعمل لقياس الجاذبيّة في نقطة على سطح الأرض بقياس تمدّد نابض يحمل في طرفه ثقلاً .

مقياس الرطوبة HYGROMETER

جهاز لقياس الرطوبة النسبيّ أو المطلق للهواء أو غيره من الغازات .

مقياس الزلازل SEISMOMETER

أداة لقياس قوّة الزلازل ومدّتها واتّجاهها .

مقياس الضغط MANOMETER

في الفيزياء : جهاز يستعمل لقياس ضغط الموائع .

مقياس الفلطيّة VOLTMETER

في الكهرباء : آلة قياس فوارق جهد القوى الكهربائيّة المحرّكة .

مقياس المَيل CLINOMETER

في علم المساحة : جهاز يتكوّن من مؤشرٍ يبيّن المستوى وتدرّج دائريّ ويستعمل لقياس زوايا الميل الرأسّي .

المكبس PISTON

في الفيزياء : قرص أسطوانيّ يتحرّك باحتكاك خفيف في جسم مضخّة أو في أسطوانة آلة بخاريّة أو في محرّك انفجاريّ .

المكثّف CAPACITOR

في الفيزياء : آلة قادرة على تخزين شحنة كهربائيّة .

المكثّف الكهربائيّ CAPACITOR

في الفيزياء : جهاز كهربائيّ مؤلّف من لوحين موصلين يفصل بينهما عازل . وفي وسع كلّ لوح تخزين شحنة كهربائيّة في حين تتولّد بالحث شحنة مضادّة في اللوح المقابل .

مكسر الأمواج BREAKWATER

جدار او حاجز اصطناعيّ لوقاية المرفأ أو الشاطيء من طغيان الأمواج .

مكشاف الاستقطاب POLERISCOPE

آلة لمعرفة ما إذا كان الضوء صادراً مباشرة عن ينبوع أو تأثّر بظاهرة استقطاب .

الملاحة الفضائيّة ASTRONAUTICS

علم الملاحة بين الكواكب والسيّارات .

الملاط CEMENT

في الكيمياء : خليط من السيليكات المعقّدة يتصلّب عند خلطه بالماء ومواد أخرى مثل الرمل والحصى ويكوّن مادّة بناء متينة .

الملغَم AMALGAM

في الكيمياء : أشابة من فلّز أو أكثر مع الزئبق .

الملّيبار MILLIBAR

وحدة لقياس الضغط الجوّيّ تساوي ١٠٠٠/١ من البار أو ألف داين في السنتيمتر المربّع .

الملّيثانية MILLISECOND

جزء من ألف جزء من الثانية .

المَمال GRADIENT

فرق الضغط الجوّيّ الحاصل بين نقطة معيّنة ومحور الإعصار .

المملكة KINGDOM

في تصنيف الأحياء : إحدى المجموعتين الكبيرتين ، مجموعة النباتات ومجموعة الحيوانات اللتين تشملان الكائنات الحيّة جميعها .

المنابع HEADWATERS

في الجغرافيا : الجداول الصغيرة التي تكوّن

مبدأ النهر أو منبعه .

المناخ CLIMATE

في علم الأرصاد الجوّيّة : الأحوال الجوّيّة التي تتميز بها مساحة ما مثل درجة الحرارة والضغط الجوّيّ والرياح والرطوبة .

المناطق المناخيّة CLIMATIC ZONES

في علم الأرصاد الجوّيّة : أقسام سطح الأرض التي تتميّز بمناخ خاصّ مثل المناطق الاستوائيّة والمعتدلة والمتجمّدة .

المتنزه الوطني NATIONAL PARK

قطعة من الأرض ذات أهميّة خاصّة من حيث المناظر الطبيعيّة أو وجهة النظر التاريخيّة أو العلميّة تفردها الدولة وتعنى بها وبخاصّة للترويح عن النفس أو للأغراض الدراسيّة .

المنحدر القارّي

CONTINENTAL SLOPE

في الجيولوجيا : هو الجزء من القارّة الذي ينحدر في البحر بعد الإفريز الحافيّ .

المنحني CURVE

في الرياضيات : خطّ يتغيرّ اتجاهه تدريجاً دون أن يشكّل أيّة زاوية .

المَنخربات FORAMINIFERA

رتبة حيوانات بحريّة دنيا مثقّبة الأطراف .

المنخربة GLOBIGERINE

جنس من الحيوانات الدنيا من الجذوريّات .

المنخفض DEPRESSION

في الجيولوجيا : مكان واطىء على سطح الأرض تحيط به عادة من جميع نواحيه أرض أعلى منه .

منطاد استطلاع PILOT BALLOON

في علم الأرصاد الجوّيّة : منطاد صغير يطلقه راصد الطقس إلى أعلى لتعيين سرعة الريح واتجاهها .

المنطقة ZONE

في الجغرافيا : كلّ قسم من أقسام الأرض المناخيّة التي تحدّدها الدائرة القطبيّة الشماليّة والدائرة القطبيّة الجنوبيّة ومدار السرطان ومدار الجدي .

منطقة البروج ZODIAC

في علم الفلك : الدائرة التي ترسمها الشمس في سيرها من المغرب إلى المشرق وهي مقسومة إلى اثنتي عشر قسماً طول كل قسم منها ثلاثون درجة .

المنطقة الجافّة ARID REGION

في الجغرافيا : منطقة لا يكفي مطرها لنموّ غطاء نباتيّ كثيف وهي في الأغلب منطقة صحراويّة .

المنطقة الحارّة TORRID ZONE

في الجغرافيا : المساحة الممتدّة على جانبي خطّ الاستواء بين خطّي ٢٣,٥ شمالاً وجنوباً حتّى مداري السرطان والجدي . وهي أفسح المناطق المناخيّة على سطح الأرض .

منطقة الركود TROPOPAUSE

في علم الأرصاد الجوّيّة : الطبقة من الغلاف الجوّيّ بين أعلى الغلاف الجوّيّ السفليّ وأعلى الغلاف الجوّي الطبقيّ . وتقع على ارتفاع يبلغ في المتوسط ١١,٢ كلم . ويتغيرّ ارتفاعها تبعاً لخطّ العرض وفصل السنة .

منطقة الرهو DOLDRUMS

في الأرصاد الجوّيّة : منطقة بالقرب من خطّ الاستواء وتكون خاصة فوق المحيطات وهي ذات رياح خفيفة متغيرّة ومناطق ركود .

المنطقة الصامتة ANACOUSTIC ZONE

منطقة توجد على ارتفاعات عالية حيث المسافات بين جزيئات الهواء المتخلخل كبيرة جداً فلا تمكّن من انتشار الموجات الصوتيّة .

المنطقة فوق السمعيّة HYPERACOUSTIC ZONE

منطقة في الغلاف الجوّيّ العلويّ فوق الستّين ميلاً حيث المسافة بين جزيئات الهواء المتخلخل تساوي تقريباً طول الموجة الصوتيّة بحيث ينتقل الصوت في طبقة منها في المستويات المنخفضة . أمّا في ما يعلو هذه المنطقة فإن الصوت لا يمكنه الانتشار .

المنطقة المتجمّدة FRIGID ZONE

في الجغرافيا : إحدى المنطقتين القطبيّتين أي المنطقة الواقعة بين القطب والدائرة القطبيّة .

المنطقة المداريّة TROPICS

في الجغرافيا : المساحة من سطح الأرض الواقعة بين مداري السرطان والجدي . وتشمل كلّ مكان على سطح الأرض تكون فيه الشمس عموديّة في وقت ما خلال السنة .

المنظار الثنائي BINOCULAR

منظار ذو عينيتين وذو انبوبين ينظر من خلاله بالعينين معاً .

المنعطف النهريّ MEANDER

في الجغرافيا : منحنٍ متعرّج في جدول أو نهر والغالب أن يكون واحداً من سلسلة من المنحنيات .

المنهيدن MENHADEN

سمك من نوع الرنكة .

المنيهوت CASSAVA

جنس نبات يستخرج من جذوره دقيق نشويّ يؤكل .

المؤالفة ADAPTATION

تغيّر في البناء أو الوظيفة أو الشكل في النبات أو الحيوان يزيد قدرته على الحياة في بيئته .

الموجة WAVE

- في الفيزياء : اضطراب ينتقل خلال وسط ما أو فوقه دون ان يسبّب تغيراً دائماً فيه أو في موضعه ، وتصف الكلمة غالباً الصوت والضوء والتيّار الكهربائيّ المتردّد والاضطرابات الميكانيكيّة .

- في الجيولوجيا : اضطراب ينتج عن الزلزال أو الانفجارات يسري خلال الأرض في صورتين رئيستين : موجات انضغاطيّة وموجات مستعرضة .

الموجة السناميّة TSUNAMI

في علم الأرصاد الجوّيّة : التسونامي وهي موجة عاتية تنشأ عن زلزال أو انفجار بركانيّ في قاع المحيط ويكون ارتفاع جبهة الموجة بضعة أمتار ولكنّها قد ترتفع إلى ثلاثين متراً عندما تجتاز الماء الضحل إلى الشاطىء .

موجة الضغط COMPRESSION WAVE

موجة زلزاليّة يتّجه فيها تسارع الجسيمات التي تصيبها الموجة وفقاً لمسار الطاقة الزلزاليّة .

الموجة الكهرطيسيّة

ELECTROMAGNETIC WAVE

شكل تنقل فيه الطاقة المشعّة التي تبثّها ذبذبات شحنة كهربائيّة وتضمّ موجات لاسلكيّة وموجات تحت الحمراء وضوءاً مرئيّاً وموجات فوق البنفسجيّة وأشعّة غما وأشعّة كونيّة إذا اعتبرت ككميّة من الطاقة .

الموجة المدّيّة TIDAL WAVE

موجة بحريّة شديدة الارتفاع تعقب الزلازل أحيانا وتغمر اليابسة فتترك وراءها الموت والدمار .

الموجة المدّيّة الجزريّة TIDAL WAVE

ارتفاع سطح المحيط وانخفاضه بسبب جاذبيّة الشمس والقمر .

الموجة المستعرضة SHEAR WAVE

موجة زلزاليّة يكون فيها تسارع الجسيمات

التـي تصيبهـا الموجـة متعامـدة مع اتجّـاه مسارها .

الموسلين MUSLIN

نسيج قطني رقيق .

المونازيت MONAZITE

في علـم المعـادن : ركاز نادر يحتـوي على الثـوريوم والسـيريوم واللنثانـوم ويوجـد في الصخور البركانيّة وفي الرمـال السـوداء على بعض شواطىء المحيطات .

الميزر البصري OPTICAL MAZER

الليزر وهـو مضخّـم للموجـات الدقيقـة بالابتعـاث الإشعاعـيّ المستثـار بالطاقـة الضوئيّة .

الميزوبوز MESOPAUSE

طبقة من الغلاف الجوّيّ فوق الميزوسفير تبلغ فيها الحرارة الجوّيّة أدنى مستواها .

الميزوسفير MESOSPHERE

طبقـة من الغـلاف الجـوّيّ واقعـة فوق الإيونوسفير ويتجاوز ارتفاعهـا عادة ٢٥٠ ميلاً فوق سطح الأرض .

الميزونات MESONS

في علم الفلك : جسيمات توجـد في الأشعّـة الكونيّة كتلتها الراكدة بين كتلتي الإلكتـرون والبروتون منها السالبة والموجبـة وقـد توجـد منهـا المحـايدة . شحنتهـا تساوي شحنـة الإلكترونات . يعرف نوعـان من الميزونـات كتلة أحدهما الراكدة حوالى ٢٨٣ وكتلة الآخر ٢١٥ مرّة كتلة الإلكترون .

المثفاق PERISCOPE

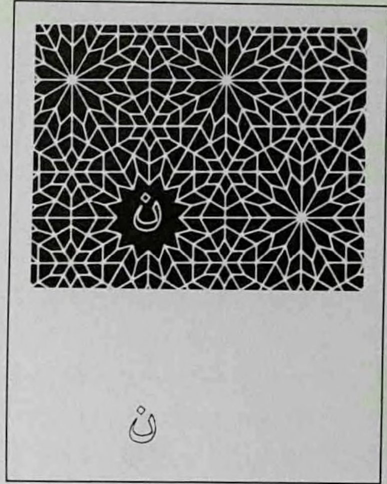
في علم البصريّات : جهاز لرؤية الأشياء التي تعلو مستوى نظر المشاهد ويحول دونه ودونها حاجز يتكوّن أساساً من أنبوبـة طويلـة في نهايتهـا موشـوران زجاجيّان قائمان وضعـا بحيث يدور الضـوء في كلّ منهما ٩٠° أثنـاء انعكاسه على الوجه الأطول لكلّ منهما .

الميكا MICA

في الجيولـوجيا : معـدن من مجموعـة من السيليكات يمكن فصلـه في صفائـح رقيقـة شفّافة أو نصف شفّافة وهي مرنة نوعـاً ولهـا خواصّ عازلة للحرارة والكهرباء .

الميل الرأسيّ DIP

في الجيولوجيا : الزاوية أو المنحدر لطبقة من الصخر أو أي سطح مستوٍ آخر مقيسة بالنسبة إلى الأفق .



النابض SPRING

في الفيزياء : أداة معدنيّة تتمدّد أو تنقبض أو تلتويّ تحت تأثير قوّة ثمّ تعود إلى سابق حالتها عند زوالها .

نابط EXTRUSIVE

في الجيولوجيا : متعلّق بطفح أو سيل ناريّ اخترق قشرة الأرض حتى بلغ سطحها .

ناسا : الهيئة القوميّة للملاحة الجوّيّة والفضاء

NASA: NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION

وكالة مدنيّة لها سلطة قانونيّة تقوم بأبحاث الملاحة الجوّيّة وتطوّر نشاطاتها معتمدة من حكومة الولايات المتّحدة باستثناء النشاطات المتعلّقة بتطوير الأسلحة أو العمليّات الحربيّة أو الدفاع عن الولايات المتّحدة .

الناعورة WATER-WHEEL

آلة لرفع الماء مركّبة من قواديس تحركها سرعة جري الماء فيفرغ ما غرفته القواديس في جدول ينقل الماء إلى حيث الحاجة .

النّايس GNEISS

في الجيولوجيا : صخر متحوّل يتكوّن من أشرطة من المعادن المحبّبة تتناوب مع أشرطة من المعادن الصفيحيّة الشكل .

النتح TRANSPIRATION

في علم النبات : رشح الإفرازات المائيّة الزائدة عن حاجة الانسجة النباتيّة .

النجم STAR

جرم سماويّ مضيء بنفسه باستثناء السدم والشهب والنيازك ، وهو واحد من الشموس الموجودة في الفضاء وهو يتميّز عن الكواكب التي تضيء بانعكاس الضوء عليها .

نجم القطب POLARIS

في علم الفلك : أحد النجوم الذي يرى بالعين المجرّدة وهو الآن أقرب النجوم إلى القطب الشمالي للكرة السماويّة .

النجميّة ASTERISME

خاصّيّة في بعض المعادن المتبلّرة تجعلها تتكشفّ عن صورة مضيئة نجمية الشكل .

النجيليّات GRAMINACEAE

في علم النبات : فصيلة نباتيّة من وحيدات الفلقة اجناسها عديدة معظمها أعشاب حوليّة وبعضها جذموريّ معمّر . إليها تنتمي أهم النباتات الغذائية والعلفية كالقمح والذرة والأرزّ والشعير والخرطال وغيرها .

النحاس COPPER

في الكيمياء : عنصر فلّزي يوجد في الطبيعة منفرداً أو مركّباً وهو شديد القابليّة للسحب والطرق ويستخدم أكثر ما يستخدم في الأسلاك الكهربائيّة . رمزه « نح » وعدده الذرّيّ ٢٩ ووزنه الذرّيّ ٦٣,٥٤ .

نسيم البحر SEA BREEZE

في علم الأرصاد الجوّيّة : هواء ما بين لطيف

ومعتدل يهبّ من البحر نحو اليابسة بعد أن تسخن الأرض بحرارة الشمس إذ تحدث التيّارات الهوائيّة الصاعدة من الأرض انخفاضاً في الضغط الجوّيّ فيهبّ الهواء نحو منطقة الانخفاض .

نسيم البرّ LAND BREEZE

في علم الأرصاد الجوّيّة : هواء يهبّ من مناطق يابسة إلى بحر أو بحيرة ويكون هبوبه عادة في الليل والصباح المبكر إذ تكون درجة حرارة اليباس دون درجة حرارة الماء .

النشادر AMMONIA

في الكيمياء : مركّب غازيّ لا لون له ذو رائحة نفّاذة .

النشاط الإشعاعيّ RADIOACTIVITY

انحلال تلقائيّ لنواة ذرّة غير مستقرّة ينتج عنها نواة أخرى أكثر استقراراً . وهذا يحدث عادة بانبعاث جسيمات مشحونة منها مثلاً جسيمات ألفا أو جسيمات بيتا مع جسيمات غما .

نصف الكرة HEMISPHERE

في الجغرافيا : أحد نصفي الكرة الأرضيّة الناتجين عن شطرها بمستو وهميّ يمرّ بمركز الأرض .

نصف الكرة الجنوبيّ SOUTHERN HEMISPHERE

في الجغرافيا : نصف الكرة الأرضيّة الواقع جنوبيّ خطّ الاستواء .

نصف موصّل SEMICONDUCTOR

في الفيزياء : مادّة صلبة توصيليتها للكهرباء أقل من توصيليّة الفلزّات لها .

نظام إرشاد لاسلكيّ RADIO RANGE

إشارات لاسلكيّة ثابتة لتحديد انحراف السير .

النظام المتريّ METRIC SYSTEM

في الرياضيات : نظام من الأوزان والمقاييس يستخدم المتر وحدة أساسيّة وأساسه النظام العشري .

النظام الشمسيّ SOLAR SYSTEM

في علم الفلك : الشمس والكواكب السيّارة التسعة وتوابع الكواكب والكويكبات والشهب والمذنّبات ويعني عامّة الشمس وجميع الأجرام السّماويّة التي تدور حولها .

نظريّة الكم QUANTUM THEORY

مجموعة نظريّات وقواعد وطرق تبعت إدخال بلانك عدم الاستمرار في الفيزياء الذرّيّة ونظريّة الإشعاع .

نظرية النسبيّة

RELATIVITY THEORY

في الفيزياء : نظرية أينشتاين القائلة بأن الزمان يختلف بالنسبة إلى مراقبين يتحرّك كلّ منهما بالنسبة إلى الآخر .

النظير ISOTOPE

في الكيمياء : ذرّة تختلف عن ذرّة أخرى أو ذرّات أخرى من العنصر نفسه لاختلاف عدد ما في نواتها من نيوترونات .

النظير المشعّ RADIOISOTOPE

في الكيمياء : نظير ذو نشاط إشعاعيّ لعنصر طبيعيّ .

النفّاث الكهربائيّ ELECTROJET

تيّار يتحرّك في طبقة متأيّنة بأعلى الغلاف الجوّيّ . تتحرّك النفّاثات الكهربائيّة حول خطّ الاستواء تابعة بقع الشمس الداخليّة وكذلك في المناطق القطبيّة حيث ظاهر الأشفاق القطبيّة والنشاط الشمسيّ هو الذي يسبّب هذه النفّاثات بشكل عامّ .

النفّاض CUMULUS

سحاب مؤلف من أكداس مدوّرة ذات قاعدة مسطّحة .

نقطة التجمُّد FREEZING POINT

في الفيزياء : درجة الحرارة التي يتحوّل عندها سائل إلى جامد .

نقطة التشبُّع SATURATION POINT

في علم الأرصاد الجوّيّة : درجة الحرارة التي يتكوّن فيها الندى وتسمّى أيضاً نقطة الندى .

نقطة تلاقي النيازك RADIANT

في علم الفلك : نقطة في الكرة السماويّة يبدو ان النيازك تنطلق منها .

نقطة الندى DEW POINT

في علم الأرصاد الجوّيّة : درجة الحرارة التي يصبح الجوّ عندها مشبعاً ببخار الماء .

النقل عن بُعد TELEPORTATION

نقل جسم ماديّ عبر الفضاء على طريقة نقل الصور بواسطة التلفيزيون .

النقيض ANTIPODE

في الجغرافيا : الأجزاء الواقعة على الجهة المقابلة من الكرة الأرضيّة .

النقيعيّات INFUSORIA

صف حيوانات دنيا من الأوالي تشمل السوطيّات والهدْبيّات وعدّة رتب وفصائل .

النَّمِر CIRROCUMULUS

سحاب مؤلّف من صفوف أو مجموعات من الغيوم الصغيرة الشبيهة بالصوف .

نهر مضفر BRADED STREAM

في الجغرافيا : مجرى مائيّ منقسم إلى قنوات ينفصل بعضها عن بعض بجزائر أو بظهور رمليّة .

النواة NUCLEUS

في الفيزياء والكيمياء : قلب الذرّة الموجب الشحنة الذي يتكوّن من بروتونات ونيوترونات. وتكوّن النواة معظم كتلة الذرّة وإن كانت لا تشغل إلاّ جزءاً صغيراً من حجمها .

النيكل NICKEL

في الكيمياء : عنصر فلزيّ صلد فضّي المظهر مقاوم للتأكل نسبيّاً وله خصائص مغنطيسيّة مثل خصائص الحديد ويوجد متّحداً مع الحديد في بعض النيازك . رمزه « نك » وعدده الذرّيّ ٢٨ ووزنه الذرّيّ ٥٨,٧١ .

النيوترون NEUTRON

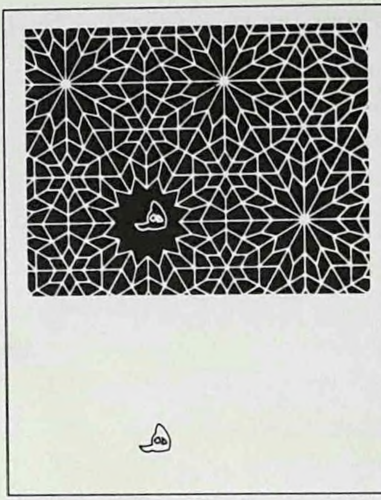
في الفيزياء والكيمياء : جسم دون ذرّي لا يحمل شحنة كهربائيّة ويوجد في جميع نوى الذرّات ما عدا نظير الهيدروجين ذي الكتلة الذرّيّة ١ .

النيوترينو NEUTRINO

في الكيمياء والفيزياء : جسم دون ذرّيّ معادل كهربائيّاً كتلته صغيرة جدّاً أو لا كتلة له .

النيون NEON

في الكيمياء : عنصر غازيّ يوجد في الجوّ بكميات ضئيلة وهو لا يتفاعل عادة مع العناصر الأخرى ويحدث لوناً برتقاليّاً زاهياً عندما تمرّ فيه شحنة كهربائيّة . رمزه « ني » وعدده الذرّيّ ١٠ ووزنه الذرّيّ ٢٠,١٨٣ .



الهابطة STALACTITE

في الجيولوجيا : عمود من ترسّبات كربونات الكلسيوم مدلىً من سقف مغارة .

الهالة HALO

في علم الفلك : دائرة القمر ، وهي دائرة مضيئة تحيط بالقمر ناجمة عن انكسار الضوء الذي يخترق بلّورات الجليد العالقة في الغيوم العالية وهي كالطفاوة لدارة الشمس .

الهالوجين HALOGEN

في الكيمياء : واحد من أسرة العناصر اللافلّزيّة (كلور ، بروم ، يود ، فلور ، أستاتين) وله ٧ إلكترونات في الغلاف الخارجيّ لذرّته .

الهاليد HALIDE

في الكيمياء : كلّ مركّب يتكوّن من أحد الهالوجينات (الكلور ، البروم ، الفلور ، اليود . .) وعنصر آخر يكون عادة فلّزاً . مثال ذلك كلورور الصوديوم المعروف بملح الطعام .

الهباء الجوِّيّ AEROSOL

ذريرات صلبة أو سائلة يحملها الهواء .

الهتيروسفير HETEROSPHERE

الجزء من أعلى الغلاف الجوّيّ الذي تكون فيه نسب الأكسجين والنيتروجين والغازات الأخرى غير محدّدة وغير ثابتة وتكون فيه الإشعاعات الدقيقة مختلطة مع جسيمات الهواء .

الهدبيّات CILIA

شعبة من النقعيّات من الحيوانات الدنيا الأوالي .

الهَرطَمان OATS

في علم النبات : الخرطال البّريّ وهو جنس نباتات عشبيّة حوليّة من فصيلة النجيليّات منتشرة في جميع أنحاء العالم .

الهزّة الأرضيّة SEISM

في الجيولوجيا : الزلزال وهو رجفة في قشرة الأرض ناجمة إمّا عن نشاط بركانيّ تحت الأرض أو عن تزحزح الصخور تحت السطح .

الهضبة PLATEAU

في الجغرافيا : السهل المرتفع وهو سهل على ارتفاع كبير فوق سطح البحر أو فوق سطح الأرض المحيطة به . والهضبة قد تقطعها الخوانق أو الأودية أو قد تقطع اطّرادها الجبال .

الهكتومتر HECTOMETER

في الرياضيّات : وحدة طول في النظام المتريّ تساوي ١٠٠ متر .

الهلال CRESCENT

صفة للقمر أو بعض الكواكب عندما يبدو اقل من نصفها مضيئاً .

الهليومتر HELIOMETER

آلة لقياس حجم الشمس الظاهريّ .

الهوائيّ ANTENNA

موصل كهربائيّ لإرسال موجات الراديو أو التلفزيون او لاستقبالها .

الهَور LAGOON

في الجيولوجيا : بحيرة ضحلة توجد قريبة من البحر أو متّصلة به .

الهورنفلس HORNFELS

في الجيولوجيا : صخور طينيّة دقيقة الحبيبات وهي من الصخور المتحوّلة .

الهوموسفير HOMOSPHERE

جزء من غلاف الأرض الجوّيّ تتكوّن أغلبيته من ذرّات وجزيئات توجد بالقرب من سطح الأرض وتحتفظ خلال امتداد الغلاف كلّه بالنسب ذاتها من الأكسجين والنيتروجين والغازات الأخرى .

هيدروستاتي HYDROSTATIC

في الفيزياء : متعلّق بتوازن السوائل وضغطها .

الهيدروستاتيكا HYDROSTATICS

في الفيزياء : علم توازن السوائل وضغطها .

الهيدروكربور HYDROCARBURE

في الكيمياء : اتّحاد الكربون والهيدروجين .

الهيدروغرافيا HYDROGRAPHY

علم وصف المياه كمياه البحار والبحيرات والأنهار .

الهيدروكربون HYDROCARBON

في الكيمياء : مركبات الكربون والهيدروجين .

الهيليوم HELIUM

في الكيمياء : عنصر غازيّ بالغ الخفّة لا لون له أخفّ من الهواء وغير قابل للاحتراق أو الأنفجار رمزه « هي » ورقمة الذرّي ٢ ووزنه الذرّيّ ٤,٠٠٢٦ .

الهيدرولوجيا HYDROLOGY

علم يبحث في خصائص المياه وظواهرها وتوزّعها فوق سطح الأرض وفي التربة وتحت الصخور وفي الجوّ .

الهياتيت HAEMATITE

في علم المعادن : حجر الدم أو أكسيد الحديد الأحمر .

الهيوليدات PROTEIDAE

أجسام هيوليّة معقّدة تدخل في تركيب الأنسجة الحيوانيّة والخلايا النباتيّة .

و

الواحة OASIS

في الجغرافيا : منطقة خصبة في الصحراء تتميّز باحتوائها مورداً من موارد الماء مثل العيون الطبيعيّة وبوجود الاشجار وغيرها من النبات عادة .

الوادي VALLEY

في الجغرافيا : منخفض في سطح الأرض قد يكون ضحلاً أو عميقاً أو ضيّقاً أو واسعاً ويحوي في المعتاد مجرى مائياً .

وادٍ غريق DROWNED VALLEY

في الجيولوجيا : وادٍ غُطّي جزؤه السفليّ بماء بحر أو بحيرة بسبب هبوط الأرض أو ارتفاع مستوى الماء .

الواط WATT

في الفيزياء : القدرة الناتجة عن مرور تيّار كهربائيّ قدره أمبير واحد بين نقطتين يبلغ فرط الجهد بينهما فلطاً واحداً .

الوحدة الفلكيّة ASTRONOMICAL UNIT

في علم الفلك : البعد المتوسّط بين الشمس والأرض ويساوي تقريباً ١٤٩٥٠٠٠٠٠ من الكيلومترات .

الوحل GUMBO

في الجيولوجيا : خليط من الترباب الغرينيّة التي تصير حمأة لزجة أو طيناً كالعجينة إذا خالطها الماء .

وحيد المصراع UNIVALVE

في علوم الحياة : صفة الحيوان ذي الصدفة المكوّنة من قطعة واحدة .

الودَك FAT

مادّة دهنيّة بيضاء تذوب بسهولة تُستخرج من الأنسجة الدهنيّة عند مختلف الحيوانات على حالات عديدة من السيولة الى التجمُّد .

الوزن الذرّيّ ATOMIC WEIGHT

في الكيمياء والفيزياء : نسبة وزن ذرّة عنصر ما إلى وزن ذرّة عنصر آخر يتّخذ معياراً للمقارنة . والذرّة المعياريّة هي نظير الكربون الذي كتلته ١٢ .

الوقَبة SYNCLINE

في الجيولوجيا : حوض أو ثنية إلى أسفل في طبقات الصخور الرسوبيّة .

الوقت الشمسّي SOLAR TIME

وقت يقاس بالإستناد إلى الحركة الظاهرة للشمس حول الأرض .

الوقود FUEL

كلّ مادّة تستعمل لتوليد الطاقة الكهربائيّة أو لإنتاج حرارة .

الوقود الكيميائيّ CHEMICAL FUEL

وقود يحتاج لمؤكسد يؤمّن احتراقه أو يولّد دفقاً مثل الوقود السائل أو الجافّ للصواريخ ووقود النفّاثات ووقود محرّكات الاحتراق الداخليّ .

الوهدة TROUGH

في الجغرافيا : منخفض أوحوض بين طين .

ي

اليابسة LITHOSPHERE

في الجغرافيا : الجزء الجامد من الأرض وهو قشرتها التي لا تغطّيها المياه .

الياقوت CORUNDUM

في الجيولوجيا : معدن شفّاف أو نصف شفّاف تركيبه أكسيد الألومينيوم وهو يلي الماس في صلادته الطبيعيّة .

اليود IODINE

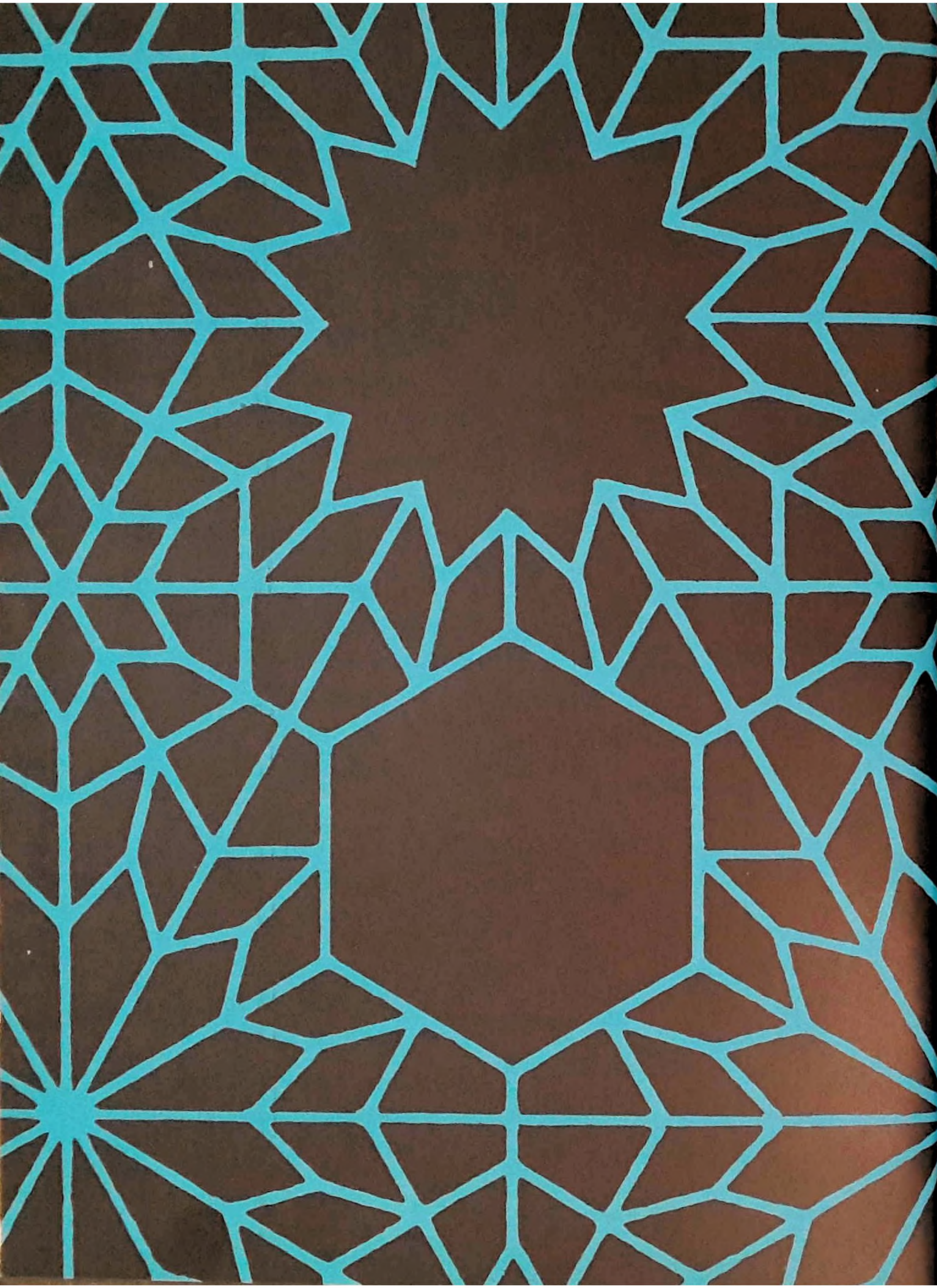
في الكيمياء : عنصر بلّوريّ رماديّ اللون مشرب زرقة له الخصائص الكيميائيّة للافلزات . وهو من فصيلة الهالوجينات . رمزه « ي » وعدده الذرّيّ ٥٣ ووزنه الذرّيّ ١٤٦,٩٠٤٤ .

اليوم الشمسيّ SOLAR DAY

في علم الفلك : مسافة من الوقت تقع بين عبورين متتاليين للشمس في هاجرة نقطة ما .

اليوم النجميّ SIDEREAL DAY

أو اليوم الفلكي : يوم يبلغ ثلاث وعشرين ساعة وست وخمسين دقيقة و٤,٠٩ ثوان .





الرسوم :

Art Editors
Angela Downing; George Glaze; James Marks; Mel Peterson; Ruth Prentice; Bob Scott

Visualizers
David Aston; Javed Badar; Allison Blythe; Angela Braithwaite; Alan Brown; Michael Burke; Alistair Campbell; Terry Collins; Mary Ellis; Judith Escreet; Albert Jackson; Barry Jackson; Ted Kindsey; Kevin Maddison; Erika Mathlow; Paul Mundon; Peter Nielson; Patrick O'Callaghan; John Ridgeway; Peter Saag; Malcolme Smythe; John Stanyon; John Stewart; Justin Todd; Linda Wheeler

Artists
Stephen Adams; Geoffrey Alger; Terry Allen; Jeremy Alsford; Frederick Andenson; John Arnold; Peter Arnold; David Ashby; Michael Badrock; William Baker; John Barber; Norman Barber; Arthur Barvoso; John Batchelor; John Bavosi; David Baxter; Stephen Bernette; John Blagovitch; Michael Blore; Christopher Blow; Roger Bourne; Alistair Bowtell; Robert Brett; Gordon Briggs; Linda Broad; Lee Brooks; Rupert Brown; Marilyn Bruce; Anthony Bryant; Paul Buckle; Sergio Burelli; Dino Bussetti; Patricia Casey; Giovanni Casselli; Nigel Chapman; Chensie Chen; David Chisholm; David Cockcroft; Michael Codd; Michael Cole; Gerry Collins; Peter Connelly; Roy Coombs; David Cox; Patrick Cox; Brian Cracker; Gordon Cramp; Gino D'Achille; Terrence Daley; John Davies; Gordon C. Davis; David Day; Graham Dean; Brian Delf; Kevin Diaper; Madeleine Dinkel; Hugh Dixon; Paul Draper; David Dupe; Howard Dyke; Jennifer Eachus; Bill Easter; Peter Edwards; Michael Ellis; Jennifer Embleton; Ronald Embleton; Ian Evans; Ann Evens; Lyn Evens; Peter Fitzjohn; Eugene Flurey; Alexander Forbes; David Carl Forbes; Chris Fosey; John Francis; Linda Francis; Sally Frend; Brian Froud; Gay Galfworthy; Ian Garrard; Jean George; Victoria Goaman; David Godfrey; Miriam Golochoy; Anthea Gray; Harold Green; Penelope Greensmith; Vanna Haggerty; Nicholas Hall; Horgrave Hans; David Hardy; Douglas Harker; Richard Hartwell; Jill Havergale; Peter Hayman; Ron Haywood; Peter Henville; Trevor Hill; Garry Hinks; Peter Hutton; Faith Jacques; Robin Jacques; Lancelot Jones; Anthony Joyce; Pierre Junod; Patrick Kaley; Sarah Kensington; Don Kidman; Harold King; Martin Lambourne; Ivan Lapper; Gordon Lawson; Malcolm Lee-Andrews; Peter Levaffeur; Richard Lewington; Brian Lewis; Ken Lewis; Richard Lewis; Kenneth Lilly; Michael Little; David Lock; Garry Long; John Vernon Lord; Vanessa Luff; John Mac; Lesley MacIntyre; Thomas McArthur; Michael McGuinness; Ed McKenzie; Alan Male; Ben Manchipp; Neville Mardell; Olive Marony; Bob Martin; Gordon Miles; Sean Milne; Peter Mortar; Robert Morton; Trevor Muse; Anthony Nelthorpe; Michael Neugebauer; William Nickless; Eric Norman; Peter North; Michael O'Rourke; Richard Orr; Nigel Osborne; Patrick Oxenham; John Painter; David Palmer; Geoffrey Parr; Allan Penny; David Penny; Charles Pickard; John Pinder; Maurice Pledger; Judith Legh Pope; Michael Pope; Andrew Popkiewicz; Brian Price-Thomas; Josephine Rankin; Collin Rattray; Charles Raymond; Alan Rees; Ellsie Rigley; John Ringnall; Christine Robbins; Ellie Robertson; James Robins; John Ronayne; Collin Rose; Peter Sarson; Michael Saunders; Ann Savage; Dennis Scott; Edward Scott-Jones; Rodney Shackell; Chris Simmonds; Gwendolyn Simson; Cathleen Smith; Lesley Smith; Stanley Smith; Michael Soundels; Wolf Spoel; Ronald Steiner; Ralph Stobart; Celia Stothard; Peter Sumpter; Rod Sutterby; Allan Suttie; Tony Swift; Michael Terry; John Thirsk; Eric Thomas; George Thompson; Kenneth Thompson; David Thorpe; Harry Titcombe; Peter Town; Michael Trangenza; Joyce Tuhill; Glenn Tutssel; Carol Vaucher; Edward Wade; Geoffrey Wadsley; Mary Waldron; Michael Walker; Dick Ward; Brian Watson; David Watson; Peter Weavers; David Wilkinson; Ted Williams; John Wilson; Roy Wiltshire; Terrence Wingworth; Anne Winterbotham; Albany Wiseman; Vanessa Wiseman; John Wood; Michael Woods; Owen Woods; Sidney Woods; Raymond Woodward; Harold Wright; Julia Wright

Studios
Add Make-up; Alard Design; Anyart; Arka Graphics; Artec; Art Liaison; Art Workshop; Bateson Graphics; Broadway Artists; Dateline Graphics; David Cox Associates; David Levin Photographic; Eric Jewel Associates; George Miller Associates; Gilcrist Studios; Hatton Studio; Jackson Day; Lock Pettersen Ltd; Mitchell Beazley Studio; Negs Photographic; Paul Hemus Associates; Product Support Graphics; Q.E.D. [Campbell Kindsley]; Stobart and Sutterby; Studio Briggs; Technical Graphics; The Diagram Group; Tri Art; Typographics; Venner Artists

Agents
Artist Partners; Freelance Presentations; Garden Studio; Linden Artists; N.E. Middletons; Portman Artists; Saxon Artists; Thompson Artists

Dr William A. Nierenberg,
Director, Scripps Institution of Oceanography

Colour Library. **110–11** [3] Dr A. C. Waltham; [4] Ardea Photographics; [5] C. E. Abranson; [6] C. J. Ott/Bruce Coleman Ltd.; [7] C. E. Abranson. **114–15** [Key] David Strickland; [4] P. Morris; [5] P. Morris; [6] Picturepoint. **116–7** [Key] Spectrum Colour Library; [3] Picturepoint; [4] Barnabys Picture Library; [5] Picturepoint; [6] Barnabys Picture Library; [7] Barnabys Picture Library. **118–9** [3] Barnabys Picture Library. **120–1** [Key] Chris Bryan/Robert Harding Associates; [6] C. Walker/Natural Science Photos; [7A] Paul Brierley; [7B] Paul Brierley; [12] Picturepoint. **122–3** [2] Picturepoint; [6] G. R. Roberts. **124–5** [Key] Picturepoint; [2] Picturepoint; [5] Isobel Bennett/Natural Science Photos. **128–9** [6] D. Dixon. **130–1** [4] F. Jackson/Robert Harding Associates; [6] C. E. Abranson; [7] A. J. Deane/Bruce Coleman Ltd. **132–3** [Key] C. E. Abranson; [4] C. E. Abranson; [5] C. E. Abranson; [6] C. E. Abranson; [7] Basil Booth; [8] Basil Booth. **134–5** [Key] M. F. Woods & Associates [3] W. Bockhaus/ZEFA; [4] Spectrum Colour Library; [6] C. E. Abranson; [7] Weir Group Ltd. **136–7** [Key] Institute of Geological Sciences; [5] Photri; [6] Picturepoint. **138–9** [Key] C. E. Abranson. **140–1** [5] Barnabys Picture Library; [7] C. E. Abranson; [8] Basil Booth. **142–3** [3] J. Nuyton/Robert Harding Associates. **144–5** [Key] George Hall/Susan Griggs Picture Agency; [3] Picturepoint; [5] John G. Ross/Susan Griggs Picture Agency. **148–9** [Key] Spectrum Colour Library; [3] Source unknown. **150–1** [6A] Picturepoint; [6B] Picturepoint. **154–5** [Key] Daily Telegraph Colour Library; [2] Fairey Surveys; [3] KLM Aerocarts. **156–7** [8] Picturepoint. **158–9** [1] Picturepoint; [5] Picturepoint; [7] Museum of English Rural Life, University of Reading; [8] Aerofilms [9] Picturepoint. **160–1** [2] Picturepoint; [4] Adam Woolfitt/Susan Griggs Picture Agency; [5] Picturepoint. **164–5** [1] Photri; [6] David Strickland. **168–9** [Key] Spectrum Colour Library; [1] J. Edwards/Robert Harding Associates; [2] Leonard Freed/Magnum; [3] Ronald Sheridan; [4A] C. E. Abranson; [4C] Photri. **170–1** [Key] Shell Photographic Library; [5] New Zealand High Commission. **172–3** [Key] Fisons Agricultural Division; [6] Tropical Products Institute [Crown Copyright]; [8A] Glasshouse Crops Research Institute; [8B] Ministry of Agriculture & Fisheries; [8E] National Vegetable Research Station. **174–5** [Key] Farmers Weekly/Philip Felkin; [4] Basil Booth. **176–7** [Key] Plant Breeding Institute Trumpington, Cambs. **180–1** [Key] ZEFA. **182–3** [Key] Ron Boardman; [4] Tim Megarry/Robert Harding Associates; [5] Picturepoint. **184–5** [Key] Michael Francis Wood & Associates. **186–7** [Key] Potato Marketing Board. **192–3** [1] Bruce Coleman Ltd./John Markham; [2] E. W. Tattersall. **194–5** [1A] William MacQuitty; [1B] Picturepoint. **196–7** [5] British Sugar Corporation; [8] Source unknown; [9] Photri. **198–9** [Key] Scala/Napoli Museo Nazionale; [1] Mansell Collection; [2] Source unknown; [3A] Michael Holford; [3B] Michael Holford/British Museum; [4] Michael Holford; [5] Photographie Giraudon/Musée de Cluny; [7] Photographie Giraudon/Musée Conde Chantilly. **200–1** [Key] John Bulmer; [3A] Pierre Mackiewicz; [3B] Pierre Mackiewicz; [3C] Pierre Mackiewicz; [3D] Pierre Mackiewicz; [4A] Pierre Mackiewicz. **202–3** [Key] Source unknown. **204–5** [Key] Michael Holford; [2] Fisons Photo Studio; [3A] Spectrum Colour Library; [3B] Brewers Association. **206–7** [Key] Source unknown; [2] International Distillers and Vintners; [3] International Distillers and Vintners; [4] International Distillers and Vintners; [5] Streets Financial Ltd./Highland Distilleries; [8] C. E. Abranson. **208–9** [Key] ZEFA; [1] Mary Evans Picture Library; [2] C. E. Abranson; [4] Spectrum Colour Library; [7] C. E. Abranson/Museum of Mankind. **210–11** [2] Jon Gardey/Robert Harding Associates. **214–15** [3] Bill Holden. **216–7** [Key] C. E. Abranson; [2] David Strickland; [3B] C. E. Abranson; [6] David Strickland. **218–19** [Key] Forestry Commission; [8] Barnabys Picture Library; [10] Picturepoint. **220–1** [1] Hilliers Nurseries Winchester; [2] Hilliers Nurseries, Winchester. **222–3** [Key] Jeffrey Craig/Robert Harding Associates [Key] A–Z Botanical Collection. **224–5** [Key] Ron Boardman; [4] Spectrum Colour Library; [7] Picturepoint; [8] Camera Press. **226–7** [Key] C. E. Abranson; [2] C. E. Abranson; [3] Spectrum Colour Library. **228–9** [Key] Museum of English Rural Life; [3] Mr Pampa; [4] Oxfam/Nick Fogden; [5] Daily Telegraph Colour Library; [6] Express Dairies. **230–1** [2] David Strickland; [3] Mike Holmes; [4] Daily Telegraph Colour Library; [6] Ian Sumner/Robert Harding Associates; [7] G. Riethmeier/ZEFA; [8] David Strickland. **232–3** [7A, 7B] David Strickland. **236–7** [Key] Photri. **238–9** [Key] Mansell Collection. **240–1** [Key] Harry Barrett/Fishing News; [9A] Michael Francis Wood & Associates; [9B] Michael Francis Wood & Associates. **242–3** [Key] Photri; [1] Photo Fratelli Fabbri Editori; [5] Marine Harvest Ltd.; [6] Michael Francis Wood Associates. **244–5** [Key A] Photri; [Key B] R. Thompson/Frank W. Lane; [3] Frank W. Lane/F. W. Lane. **246–7** [Key] Keystone. **250–1** [Key] David Strickland; [1] C. E. Abranson/National Maritime Museum; [2] John Massey-Stewart; [3] Spectrum Colour Library; [4] David Strickland; [5] Mansell Collection; [6] H. J. Heinz & Co. Ltd.; [7] David Strickland. **252–3** [4] Texas Meat Brokerage Inc., Burlingame, California; [7] Courtaulds Ltd.; [8] B.P. Proteins/British Petroleum Ltd.; [9] Mansell Collection.

هيئة تحرير
بهجة المعرفة
تتوجه بالشكر إلى :

Nicolas Bentley
Bill Borchard
Adrianne Bowles
Yves Boisseau
Irv Braun
Theo Bremer
the late Dr Jacob Bronowski
Sir Humphrey Browne
Barry and Helen Cayne
Peter Chubb
William Clark
Sanford and Dorothy Cobb
Alex and Jane Comfort
Jack and Sharlie Davison
Manfred Denneler
Stephen Elliott
Stephen Feldman
Orsola Fenghi
Dr Leo van Grunsven
Jan van Gulden
Graham Hearn
the late Raimund von Hofmansthal
Dr Antonio Houaiss
the late Sir Julian Huxley
Alan Isaacs
Julie Lansdowne
Andrew Leithead
Richard Levin
Oscar Lewenstein
The Rt Hon Selwyn Lloyd
Warren Lynch
Simon macLachlan
George Manina
Stuart Marks
Bruce Marshall
Francis Mildner
Bill and Christine Mitchell
Janice Mitchell
Patrick Moore
Mari Pijnenborg
the late Donna Dorita de Sa Putch
Tony Ruth
Dr Jonas Salk
Stanley Schindler
Guy Schoeller
Tony Schulte
Dr E. F. Schumacher
Christopher Scott
Anthony Storr
Hannu Tarmio
Ludovico Terzi
Ion Trewin
Egil Tveteras
Russ Voisin
Nat Wartels
Hiroshi Watanabe
Adrian Webster
Jeremy Westwood
Harry Williams
the dedicated staff of MB Encyclopaedias who created this *Library* and of MB Multimedia who made the IVR Artwork Bank.

الصور :

Every endeavour has been made to trace copyright holders of photographs appearing in *The Joy of Knowledge*. The publishers apologize to any photographers or agencies whose work has been used but has not been listed below.

Credits are listed in this manner: [1] page numbers appear first, in bold type; [2] illustration numbers appear next, in parentheses; [3] photographers' names appear next, followed where applicable by the names of the agencies representing them.

16–17 Jon Gardey/Robert Harding Associates. **18** Leonard McCombe/T.L.P.A. © Time Inc. 1976/Colorific. **19** Mats Wibe Lund. **24–5** [Key] Scripps Institute of Oceanography. **26–7** [3] Trans Antarctic Expedition; [6] C. E. Abranson. **28–9** [1] Bill Ray: Life © Time Inc. 1976; [9] Popperfoto. **30–1** [5] Picturepoint; [8] Mats Wibe Lund; [9] C. E. Abranson; [10] Heather Angel. **32–3** [6] David Strickland. **34-5** [Key] Photri. **36–7** [1] Jon Levy; [2] NASA; [3] NASA. **44–5** [1, 2, 3, 4, 5, 6A, 6B] NASA/Sachem. **46–7** [1, 2, 3, 4, 5, 6] NASA. **52–3** [1, 2, 3, 4, 5, 6] NASA. **56–7** [1] NASA; [2] NASA; [3] NASA; [4] NASA; [5] NASA; [6] NASA; [7] Jon Levy; [8] NASA. **60–1** [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] NASA. **64–5** [1] NASA; [2] Nasa; [3] NASA; [4] NASA; [5] NASA; [6] NASA; [7] Jon Levy; [8] NASA. **68–9** [Key] Barnabys Picture Library. **70–1** [Key] Jon Levy; [2A] Ken Pilsbury; [2B] Martyn Bramwell; [2C] Ken Pilsbury; [7] Bettman Archive. **72–3** [Key] BBC Copyright by kind permission of Michael Fish [1] C. E. Abranson; [6] Jon Levy/NASA; [7] The Controller HMSO: The Director General of the Meteorological Office, photographs taken at East Hill Dunstable by W. G. Harper. **74–5** [2A] Janine Wiedel/Robert Harding Associates; [5B] Spectrum Colour Library; [6A] F. Jackson/Robert Harding Associates. **76–7** [2] ZEFA; [8] Martyn Bramwell. **78–9** [16] Robert Cundy/Robert Harding Associates; [4] Dr J. Wilson; [6A] Alan Durand/Robert Harding Associates; [6B] ZEFA. **80–1** [2] Picturepoint; [5] Bill Ray: Life © Time Inc. 1976/Colorific; [8A] Tony Stone Associates; [8B] Tony Stone Associates. **82–3** [Key] Institute of Oceanographic Sciences [4] Dr Kempe/British Museum [Natural History] [7A] C. E. Abranson. **90–1** [Key] Courtesy National Oceanic and Atmospheric Administration National Marine Fisheries Service [1] C. E. Abranson; [6A] O.S.F./Bruce Coleman Ltd.; [6B] O.S.F./Bruce Coleman Ltd.; [7] O.S.F./Bruce Coleman Ltd. **92–3** [7] Vickers Oceanics Ltd. **94–5** [Key] C. E. Abranson; [2] C. E. Abranson; [3] C. E. Abranson; [4] C. E. Abranson; [5] C. E. Abranson; [6] C. E. Abranson; [7] C. E. Abranson; [8] C. E. Abranson; [12] Institute of Geological Sciences. **96–7** [Key] Spectrum Colour Library; [1A] C. E. Abranson; [1B] C. E. Abranson: [1C] C. E. Abranson; [7] Basil Booth; [8] Basil Booth; [9] Basil Booth; [10] Basil Booth; [11] C. E. Abranson; [12] C. E. Abranson; [13] C. E. Abranson; [14A] Basil Booth; [14B] Basil Booth; [14C] Basil Booth. **98–9** [Key] Ron Boardman; [2] Courtesy of De Beers Consolidated Mines Ltd.; [6A] Institute of Geological Sciences; [6B] C. E. Abranson; [6C] Basil Booth; [6D] Institute of Geological Sciences; [7A] Institute of Geological Sciences; [7B] Basil Booth; [8A] Institute of Geological Sciences; [8B] C. E. Abranson; [9A] Institute of Geological Sciences; [9B] Institute of Geological Sciences; [10A] Institute of Geological Sciences; [10B] Institute of Geological Sciences; [11A] Institute of Geological Sciences; [11B] Institute of Geological Sciences; [12A] Institute of Geological Sciences; [12B] C. E. Abranson; [13A] Institute of Geological Sciences; [13B] Institute of Geological Sciences; [14A] Institute of Geological Sciences; [14B] Institute of Geological Sciences; [15A] Institute of Geological Sciences; [15B] Institute of Geological Sciences; [16A] Institute of Geological Sciences; [16B] Institute of Geological Sciences; [17A] Institute of Geological Sciences; [17B] Institute of Geological Sciences; [18A] Institute of Geological Sciences; [18B] Institute of Geological Sciences. **100–1** [6, 7A, 7B, 7C, 7D] Basil Booth. **102–3** [3] Basil Booth; [4] Basil Booth; [5A] Basil Booth; [5B] C. E. Abranson; [5C] C. E. Abranson; [5D] C. E. Abranson; [5E] Basil Booth; [5F] Basil Booth. **106–7** [7] Picturepoint; [8] Australian Tourist Commission. **108–9** [6] Spectrum

BSc(Econ, London); Gordon Daniels BSc(Econ, London), DPhil(Oxon); George Darby BA; G.J. Darwin; Dr David Delvin; Robin Denselow BA; Professor Bernard L. Diamond; John Dickson; Paul Dinnage MA; M.L. Dockrill BSc(Econ), MA, PhD; Patricia Dodd BA; James Dowdall; Anne Dowson MA(Cantab); Peter M. Driver BSc, PhD, MIBiol; Rev Professor C.W. Dugmore DD; Herbert L. Edlin BSc, Dip in Forestry; Pamela Egan MA(Oxon); Major S.R. Elliot CD, BComm; Professor H.J. Eysenck PhD, DSc; Dr Peter Fenwick BA, MB, BChir, DPM, MRCPsych; Jim Flegg BSc, PhD, ARCS, MBOU; Andrew M. Fleming MA; Professor Antony Flew MA(Oxon), DLitt(Keele); Wyn K. Ford FRHistS; Paul Freeman DSc(London); G.E. Fussell DLitt, FRHistS; Kenneth W. Gatland FRAS, FBIS; Norman Gelb BA; John Gilbert BA(Hons, London); Professor A.C. Gimson; John Glaves-Smith BA; David Glen; Professor S.J. Goldsack BSc, PhD, FINSTP, FBCS; Richard Gombrich MA, DPhil; A.F. Gomm; Professor A. Goodwin MA; William Gould BA(Wales); Professor J.R. Gray; Christopher Green PhD; Bill Gunston; Professor A. Rupert Hall LittD; Richard Halsey BA(Hons, UEA); Lynette K. Hamblin BSc; Norman Hammond; Professor Thomas G. Harding PhD; Richard Harris; Dr Randall P. Harrison; Cyril Hart MA, PhD, FRICS, FIFor; Anthony P. Harvey; Nigel Hawkes BA(Oxon); F.P. Heath; Peter Hebblethwaite MA(Oxon), LicTheol; Frances Mary Heidensohn BA; Dr Alan Hill MC, FRCP; Robert Hillenbrand MA, DPhil; Professor F.H. Hinsley; Dr Richard Hitchcock; Dorothy Hollingsworth OBE, BSc, FRIC, FIBiol, FIFST, SRD; H.P. Hope BSc (Hons, Agric); Antony Hopkins CBE, FRCM, LRAM, FRSA; Brian Hook; Peter Howell BPhil, MA(Oxon); Brigadier K. Hunt; Peter Hurst BDS, FDS, LDS, RSCEd, MSc(London); Anthony Hyman MA, PhD; Professor R.S. Illingworth MD, FRCP, DPH, DCH; Oliver Impey MA, DPhil; D.E.G. Irvine PhD; L.M. Irvine BSc; Anne Jamieson cand mag(Copenhagen), MSc(London); Michael A. Janson BSc; Professor P.A. Jewell BSc(Agric), MA, PhD, FIBiol; Hugh Johnson; Commander I.E. Johnston RN; I.P. Jolliffe BSc, MSc, PhD, CompICE, FGS; Dr D.E.H. Jones ARCS, FCS; R.H. Jones PhD, BSc, CEng, MICE, FGS, MASCE; Hugh Kay; Dr Janet Kear; Sam Keen; D.R.C. Kempe BSc, DPhil, FGS; Alan Kendall MA(Cantab); Michael Kenward; John R. King BSc(Eng), DIC, CEng, MIProdE; D.G. King-Hele FRS; Professor J.F. Kirkaldy DSc; Malcolm Kitch; Michael Kitson MA; B.C. Lamb BSc, PhD; Nick Landon; Major J.C. Larminie QDG, Retd; Diana Leat BSc(Econ), PhD; Roger Lewin BSc, PhD; Harold K. Lipset; Norman Longmate MA(Oxon); John Lowry; Kenneth E. Lowther MA; Diana Lucas BA(Hons); Keith Lye BA, FRGS; Dr Peter Lyon; Dr Martin McCauley; Sean McConville BSc; D.F.M. McGregor BSc, PhD(Edin); Jean Macqueen PhD; William Baird MacQuitty MA(Hons), FRGS, FRPS; Jonathan Martin MA; Rev Canon E.L. Mascall DD; Christopher Maynard MSc, DTh; Professor A.J. Meadows; J.S.G. Miller MA, DPhil, BM, BCh; Alaric Millington BSc, DipEd, FIMA; Peter L. Moldon; Patrick Moore OBE; Robin Mowat MA, DPhil; J. Michael Mullin BSc; Alistair Munroe BSc, ARCS; Professor Jacob Needleman; Professor Donald M. Nicol MA, PhD; Gerald Norris; Caroline E. Oakman BA(Hons, Chinese); S. O'Connell MA(Cantab), MInstP; Michael Overman; Di Owen BSc; A.R.D. Pagden MA, FRHistS; Professor E.J. Pagel PhD; Carol Parker BA(Econ), MA(Internat. Aff.); Derek Parker; Julia Parker DFAstrolS; Dr Stanley Parker; Dr Colin Murray Parkes MD, FRC(Psych), DPM; Professor Geoffrey Parrinder MA, PhD, DD(London), DLitt(Lancaster); Moira Paterson; Walter C. Patterson MSc; Sir John H. Peel KCVO, MA, DM, FRCP, FRCS, FRCOG; D.J. Penn; Basil Peters MA, MInstP, FBIS; D.L. Phillips FRCR, MRCOG; B.T. Pickering PhD, DSc; John Picton; Susan Pinkus; Dr C.S. Pitcher MA, DM, FRCPath; Alfred Plaut FRCPsych; A.S. Playfair MRCS, LRCP, DObstRCOG; Dr Antony Polonsky; Joyce Pope BA; B.L. Potter NDA, MRAC, CertEd; Paulette Pratt; Antony Preston; Frank J. Pycroft; Margaret Quass; Dr John Reckless; Trevor Reese BA, PhD, FRHistS; Derek A. Reid BSc, PhD; Clyde Reynolds BSc; John Rivers; Peter Roberts; Colin A. Ronan MSc, FRAS; Professor Richard Rose BA(Johns Hopkins), DPhil(Oxon); Harold Rosenthal; T.G. Rosenthal MA(Cantab); Anne Ross MA, MA(Hons, Celtic Studies), PhD(Archaeol and Celtic Studies, Edin); Georgina Russell MA; Dr Charles Rycroft BA(Cantab), MB(London), FRCPsych; Susan Saunders MSc(Econ); Robert Schell PhD; Anil Seal MA, PhD(Cantab); Michael Sedgwick MA(Oxon); Martin Seymour-Smith BA(Oxon), MA(Oxon); Professor John Shearman; Dr Martin Sherwood; A.C. Simpson BSc; Nigel Sitwell; Dr Alan Sked; Julie and Kenneth Slavin FRGS, FRAI; Alec Xavier Snobel BSc(Econ); Terry Snow BA, ATCL; Rodney Steel; Charles S. Steinger MA, PhD; Geoffrey Stern BSc(Econ); Maryanne Stevens BA(Cantab), MA(London); John Stevenson DPhil, MA; J. Stidworthy MA; D. Michael Stoddart BSc, PhD; Bernard Stonehouse DPhil, MA, BSc, MInstBiol; Anthony Storr FRCP, FRCPsych; Richard Storry; Professor John Taylor; John W.R. Taylor FRHistS, MRAeS, FSLAET; R.B. Taylor BSc(Hons, Microbiol); J. David Thomas MA, PhD; Harvey Tilker PhD; Don Tills PhD, MPhil, MIBiol, FIMLS; Jon Tinker; M. Tregear MA; R.W. Trender; David Trump MA, PhD, FSA; M.F. Tuke PhD; Christopher Tunney MA; Laurence Urdang Associates (authentication and fact check); Sally Walters BSc; Christopher Wardle; Dr D. Washbrook; David Watkins; George Watkins MSc; J.W.N. Watkins; Anthony J. Watts; Dr Geoff Watts; Melvyn Westlake; Anthony White MA(Oxon), MAPhil(Columbia); P.J.S. Whitmore MBE, PhD; Professor G.R. Wilkinson; Rev H.A. Williams CR; Christopher Wilson BA; Professor David M. Wilson; John B. Wilson BSc, PhD, FGS, FLS; Philip Windsor BA, DPhil(Oxon); Professor M.J. Wise; Roy Wolfe BSc(Econ), MSc; Dr David Woodings MA, MRCP, MRCPath; Bernard Yallop PhD, BSc, ARCS, FRAS; Professor John Yudkin MA, MD, PhD(Cantab), FRIC, FIBiol, FRCP.

هيئة تحرير بهجة المعرفة :

Editorial Director	**Frank Wallis**
Creative Director	**Ed Day**
Project Director	**Harold Bull**
Volume editors	
Science and The Universe	John Clark
	Lawrence Clarke
The Natural World	Ruth Binney
The Physical Earth	Erik Abranson
	Dougal Dixon
Man and Society	Max Monsarrat
History and Culture 1 & 2	John Tusa
	Roger Hearn
Time Chart	Jane Kenrick
Man and Machines	John Clark
Fact Index	Stephen Elliott
	Stanley Schindler
	John Clark
Art Director	Rod Stribley
Production Editor	Helen Yeomans
Assistant to the Project Director	Graham Darlow
Associate Art Director	Anthony Cobb
Art Buyer	Ted McCausland
Co-editions Manager	Averil Macintyre
Printing Manager	Bob Towell
Information Consultant	Jeremy Weston
Sub-Editors	Don Binney
	Arthur Butterfield
	Charyn Jones
	Jenny Mulherin
	Shiva Naipaul
	David Sharpe
	Jack Tresidder
Proof-Readers	Jeff Groman
	Anthony Livesey
Researchers	Peter Furtado
	Malcolm Hart
	Peter Kilkenny
	Ann Kramer
	Lloyd Lindo
	Heather Maisner
	Valerie Nicholson
	Elizabeth Peadon
	John Smallwood
	Jim Somerville
Senior Designer	Sally Smallwood
Designers	Rosamund Briggs
	Mike Brown
	Lynn Cawley
	Nigel Chapman
	Pauline Faulks
	Nicole Fothergill
	Juanita Grout
	Ingrid Jacob
	Carole Johnson
	Chrissie Lloyd
	Aean Pinheiro
	Andrew Sutterby
Senior Picture Researchers	Jenny Golden
	Kate Parish
Picture Researchers	Phyllida Holbeach
	Philippa Lewis
	Caroline Lucas
	Ann Usborne
Assistant to the Editorial Director	Judy Garlick
Assistant to the Section Editors	Sandra Creese
Editorial Assistants	Joyce Evison
	Miranda Grinling
Production Controllers	Jeremy Albutt
	John Olive
	Anthony Bonsels
Production Assistants	Nick Rochez
	John Swan

ساهم في إعداد بهجة المعرفة :

Fabian Acker CEng, MIEE, MIMarE; Professor H.C. Allen MC; Leonard Amey OBE; Neil Ardley BSc; Professor H.R.V. Arnstein DSc, PhD, FIBiol; Russell Ash BA(Dunelm), FRAI; Norman Ashford PhD, CEng, MICE, MASCE, MCIT; Professor Robert Ashton; B.W. Atkinson BSc, PhD; Anthony Atmore BA; Professor Philip S. Bagwell BSc(Econ), PhD; Peter Ball MA; Edwin Banks MIOP; Professor Michael Banton; Dulan Barber; Harry Barrett; Professor J.P. Barron MA, DPhil, FSA; Professor W.G. Beasley FBA; Alan Bender PhD, MSc, DIC, ARCS; Lionel Bender BSc; Israel Berkovitch PhD, FRIC, MIChemE; David Berry MA; M.L. Bierbrier PhD; A.T.E. Binsted FBBI (Dipl); David Black; Maurice E.F. Block BA, PhD(Cantab); Richard H. Bomback BSc (London), FRPS; Basil Booth BSc(Hons), PhD, FGS, FRGS; J. Harry Bowen MA(Cantab), PhD(London); Mary Briggs MPS, FLS; John Brodrick BSc (Econ); J.M. Bruce ISO, MA, FRHistS, MRAeS; Professor D.A. Bullough MA, FSA, FRHistS; Tony Buzan BA(Hons) UBC; Dr Alan R. Cane; Dr J.G. de Casparis; Dr Jeremy Catto MA; Denis Chamberlain; E.W. Chanter MA; Professor Colin Cherry DSc(Eng), MIEE; A.H. Christie MA, FRAI, FRAS; Dr Anthony W. Clare MPhil(London), MB, BCh, MRCPI, MRCPsych; Sonia Cole; John R. Collis MA, PhD; Professor Gordon Connell-Smith BA, PhD, FRHistS; Dr A.H. Cook FRS; Professor A.H. Cook FRS; J.A.L. Cooke MA, DPhil; R.W. Cooke BSc, CEng, MICE; B.K. Cooper; Penelope J. Corfield MA; Robin Cormack MA, PhD, FSA; Nona Coxhead; Patricia Crone BA, PhD; Geoffrey P. Crow BSc(Eng), MICE, MIMunE, MInstHE, DIPTE; J.G. Crowther; Professor R.B. Cundall FRIC; Noel Currer-Briggs MA, FSG; Christopher Cviic BA(Zagreb),

الشركة العامة للنشر والتوزيع والاعلان

الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية
طرابلس

PRINTED IN ITALY
8/7/1980